

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'_c = 480$   
KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA  
LA CIUDAD DE TARAPOTO”**

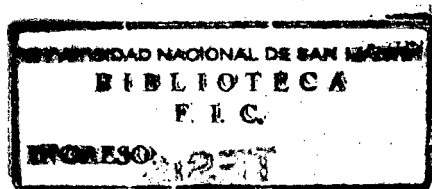
**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: BACH. MARIO GARCÍA TORRES**

**ASESOR: ING° CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN**

**MORALES - PERÚ**

**2013**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



## TESIS:

**“DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'_c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO”**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**POR: BACH. MARIO GARCÍA TORRES  
SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE**

## JURADO:

**PRESIDENTE : Dr. ING. SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA**

**SECRETARIO : ING. SANTIAGO CHÁVEZ CACHAY**

**MIEMBRO : ING. MSc JOSÉ EVERGISTO ALARCÓN ZAMORA**

**ASESOR : ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN**

**MORALES – PERÚ**

**2013**

## DEDICATORIA

*En primer lugar este trabajo lo dedico a Dios, porque me dio la oportunidad de estar en esta vida, además por brindarme salud para seguir adelante y obsequiarme una familia maravillosa.*

*En segundo lugar y con mucho cariño lo dedico a mis padres, Diógenes Y Bertila por ser los que contribuyeron con la formación de mis estudios. Gracias por todo mamá por estar pendiente de mí, a ti padre resplandor desde el cielo que ilumina mi camino y sigues vivo en mi pensamiento; y a ti Jorge Armando hijo mío que eres mi impulso para seguir adelante.*

*Y como olvidar a mis hermanos Waldemar, Keler, Irma, Emma y Charito quienes fueron mis mejores guías para llegar donde estoy e hicieron realidad la culminación de este proyecto*

*Maria García Torres*



## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento a todo el personal docente, administrativo de la Universidad Nacional de San Martín, en especial a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil; quienes me brindaron sus conocimientos y enseñanzas, las cuales han contribuido de una manera muy esencial en mi formación profesional.*

*Mi más profundo y sincero agradecimiento a mis Asesores de este trabajo, Ingenieros Eduardo Pinchi Vasquez Y Carlos Segundo Huamán Torrejón por todo su apoyo incondicional brindado, a quien le debo el hecho de que esta tesis sea una realidad.*

*A todos mis compañeros y amigos de esta Casa Superior de Estudios, con quienes compartí muchas experiencias vividas dentro y fuera de las aulas académicas; a todos ellos los tendré siempre presente.*

*Maria García Torres*

# INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE GRAFICOS	xv
RESUMEN	xvi
I INTRODUCCION	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Exploración preliminar orientando la investigación	2
1.3 Aspectos generales del estudio	7
II MARCO TEORICO	8
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver	8
2.1.1 Antecedentes del problema	8
2.1.2 Planteamiento del problema	9
2.1.3 Delimitación del problema	10
2.1.4 Formulación del problema	10
2.2 Objetivos	11
2.2.1 Objetivo general	11
2.2.2 Objetivos específicos	11
2.3 Justificación de la investigación	11
2.4 Delimitación de la investigación	11
2.5 Marco teórico	12
2.5.1 Antecedentes de la investigación	12
2.5.2 Marco teórico	14
2.5.2.1 Propiedades del concreto en estado fresco	14
2.5.2.1.1 Trabajabilidad	14
2.5.2.1.2 Consistencia	15
2.5.2.1.3 Compacidad	15
2.5.2.1.4 Peso Unitario	16
2.5.2.1.5 Contenido de Aire	16
2.5.2.1.6 Segregación	17

2.5.2.1.7	Exudación	18
2.5.2.1.8	Cohesividad	19
2.5.2.2	Propiedades del concreto en estado endurecido	19
2.5.2.2.1	Elasticidad	19
2.5.2.2.2	Resistencia	19
2.5.2.3	Aditivos químicos	21
2.5.2.4	Adiciones minerales	22
2.5.2.4.1	Microsilíce	22
2.5.2.4.2	Mecanismos de acción	24
2.5.2.5	Propiedades de los concretos de alta resistencia	25
2.5.2.5.1	Modulo de elasticidad	25
2.5.2.5.2	Relación de poisson	25
2.5.2.5.3	Comportamiento esfuerzo-deformación en compresión uniaxial	26
2.5.2.5.4	Modulo de rotura	28
2.5.2.5.5	Resistencia a la tensión por deslizamiento	28
2.5.2.5.6	Resistencia a la fatiga	29
2.5.2.5.7	Peso unitario	29
2.5.2.5.8	Evolución del calor debido a la hidratación	29
2.5.2.5.9	Ganancia de la resistencia con la edad	30
2.5.2.6	Técnica estadística de validación de resultados	30
2.5.2.6.1	Contraste de hipótesis	30
2.5.2.6.2	¿Qué es una hipótesis?	31
2.5.2.6.3	La lógica del contraste de hipótesis	31
2.5.2.6.4	Método general	32
2.5.2.6.5	Contraste sobre la distribución muestral	34
2.5.2.6.6	Tipos de errores en el contraste de hipótesis	35
2.5.2.6.7	El concepto del P-valor	35
2.5.2.6.8	Desviación estándar	36
2.5.2.6.9	Coeficiente de variación	37
2.5.2.6.10	Análisis de varianza	37
2.5.2.6.11	Grado de libertad	38
2.5.2.6.12	Suma de cuadrados	40
2.5.2.6.13	Cuadrados medios	41
2.5.2.7	Ventajas y desventajas del concreto de alta resistencia	42

2.5.2.7.1	Ventajas	42
2.5.2.7.2	Desventajas	43
2.5.3	Marco Conceptual: Terminología básica	43
2.5.3.1	Concreto de alta resistencia	43
2.5.3.2	Cemento	43
2.5.3.3	Cemento portland	43
2.5.3.4	Agua	44
2.5.3.5	Concreto	44
2.5.3.6	Agregado	44
2.5.3.7	Aditivo	44
2.5.3.8	Humo de sílice	44
2.5.3.9	Microsílice	44
2.5.3.10	Superplastificante	45
2.5.3.11	Granulometría	45
2.5.3.12	Exudación	45
2.5.3.13	Segregación	45
2.5.3.14	Fraguado	45
2.5.3.15	Curado	46
2.5.3.16	Absorción	46
2.5.3.17	Trabajabilidad	46
2.5.3.18	Peso unitario	46
2.5.4	Marco histórico	46
2.6	Hipótesis a demostrar	48
III	MATERIALES Y METODOS	49
3.1	Materiales	49
3.1.1	Recursos humanos	49
3.1.2	Recursos materiales	49
3.1.3	Recurso de equipos	51
3.1.4	Otros recursos	54
3.2	Metodología	55
3.2.1	Descripción de ensayos de los agregados	55
3.2.2	Metodología para el diseño de mezclas	68
3.2.2.1	Secuencia de diseño (ACI 211)	68
3.2.2.2	Diseño y dosificación de mezclas de concreto	73
3.2.2.3	Ensayos para mezclas de concreto	79

3.2.1	Universo, muestra población	93
3.2.1.1	Universo	93
3.2.1.2	Muestra	94
3.2.1.3	Población	94
3.2.2	Sistema de variables	94
3.2.2.1	Variable independiente	94
3.2.2.2	Variable dependiente	94
3.2.3	Diseño experimental de la investigación	94
3.2.4	Diseño de instrumentos	95
3.2.4.1	Instrumentos bibliográficos	95
3.2.4.1.1	De lo relacionado a las normas de de concreto	95
3.2.4.1.2	De lo relacionado a las técnicas estadísticas	96
3.2.4.2	Instrumentos de laboratorio	99
3.2.5	Procesamiento de información	100
3.2.5.1	Ensayos preliminares	100
3.2.5.2	Diseño del concreto patrón	101
3.2.5.3	Diseño del concreto patrón más superplastificante	101
3.2.5.4	Diseño del concreto patrón más superplastificante y microsilíce	102
IV	RESULTADOS	103
4.1	Consistencia (ASTM C 413, NTP 339.035)	103
4.2	Peso unitario (ASTM C138, NTP 339.046)	103
4.3	Resistencia a la compresión del concreto	104
4.4	Comparación de resultados de resistencia a la compresión del Concreto	110
4.5	Resultados de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 480 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados tamaño máximo de 3/4"	112
V	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	115
5.1	Análisis	115
5.2	Discusión de resultados	119
VI	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
6.1	Conclusiones	123
6.2	Recomendaciones	124
VII	BIBLIOGRAFIA	125

<b>VIII ANEXOS</b>	<b>127</b>
Anexo N°01 Ensayos preliminares	128
Anexo N° 01.1 Arena triturada	129
Anexo N° 01.2 Agregado grueso con tamaño máximo de 3/4"	134
Anexo N° 01.3 Agregado grueso con tamaño máximo de 1/2"	139
Anexo N° 01.4 Agregado grueso con tamaño máximo de 3/8"	144
Anexo N° 02 Agregado grueso con tamaños máximos de 3/4", 1/2", 3/8" para ser combinados y estar dentro del uso granulomet.	150
Anexo N° 03 Combinaciones de los agregados gruesos (%) para el uso granulométrico	154
Anexo N° 03.1 Agregado grueso con tamaño máximo de 3/4"	155
Anexo N° 03.2 Agregado grueso con tamaño máximo de 1/2"	157
Anexo N° 03.3 Agregado grueso con tamaño máximo de 3/8"	159
Anexo N° 03.4 Valores de los pesos unitarios, pesos específicos y porcentajes de absorción corregidos de los agregados gruesos	161
Anexo N° 04 Diseño de mezclas	164
Anexo N° 04.1 Diseños tentativos I	165
Anexo N° 04.1.1 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/4"	166
Anexo N° 04.1.2 Diseño de concreto Patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/4"	169
Anexo N° 04.1.3 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsílice con tamaño máximo de 3/4"	172
Anexo N° 04.1.4 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 1/2"	175
Anexo N° 04.1.5 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 1/2"	178
Anexo N° 04.1.6 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsílice con tamaño máximo de 1/2"	181
Anexo N° 04.1.7 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/8"	184
Anexo N° 04.1.8 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/8"	187
Anexo N° 04.1.9 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsílice con tamaño máximo de 3/8"	190

Anexo N° 04.2 Diseños tentativos II	193
Anexo N° 04.2.1 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/4"	194
Anexo N° 04.2.2 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/4"	197
Anexo N° 04.2.3 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/4"	200
Anexo N° 04.2.4 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 1/2"	203
Anexo N° 04.2.5 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 1/2"	206
Anexo N° 04.2.6 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 1/2"	209
Anexo N° 04.2.7 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/8"	212
Anexo N° 04.2.8 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/8"	215
Anexo N° 04.2.9 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/8"	218
Anexo N° 04.3 Diseños Finales	221
Anexo N° 04.3.1 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/4"	222
Anexo N° 04.3.2 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/4"	225
Anexo N° 04.3.3 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/4"	228
Anexo N° 04.3.4 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 1/2"	231
Anexo N° 04.3.5 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 1/2"	234
Anexo N° 04.3.6 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 1/2"	237
Anexo N° 04.3.7 Diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/8"	240
Anexo N° 04.3.8 Diseño de concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/8"	243
Anexo N° 04.3.9 Diseño de concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/8"	246
Anexo N° 05 Evaluación estadística de resultado de ensayos de resistencia a la compresión del concreto (diseño de concreto patrón con tamaño máximo de 3/4")	249

Anexo N° 06 Evaluación estadística de resultado de ensayos de resistencia a la compresión del concreto (diseño de concreto patrón más superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/4")	253
Anexo N° 07 Cuadro de roturas I	257
Anexo N° 08 Cuadro de roturas II	267
Anexo N° 09 Panel fotográfico	272



## INDICE DE TABLAS

	Página
01 Tipos de errores en el contraste	35
02 Cantidad mínima de muestra de ensayo para agregado grueso	61
03 Capacidad de medida	66
04 Requisitos Para Los Recipientes De Medida	66
05 Densidad del agua	66
06 Cantidad mínima de material para ensayo	67
07 Volumen unitario de agua	75
08 Relación agua/cemento por resistencia	76
09 Contenido de aire	77
10 Requisitos dimensionales para las medidas cilíndricas	88

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
01 Concreto patrón	74
02 Concreto Patrón mas superplastificante	74
03 Concreto patrón mas superplastificante y microsilíce	74
04 Características físicas del agregado fino	100
05 Características físicas del agregado grueso	100
06 Combinaciones del agregado grueso para el uso granulométrico	101
07 Consistencia del tamaño máximo de 3/4"	103
08 Consistencia del tamaño máximo de 1/2"	103
09 Consistencia del tamaño máximo de 3/8"	103
10 Peso unitario del tamaño máximo de 3/4"	103
11 Peso unitario del tamaño máximo de 1/2"	114
12 Peso unitario del tamaño máximo de 3/8"	114
13 Resistencia a la compresión del concreto patrón con tamaño máximo de 3/4"	114
14 Resistencia a la compresión del concreto patrón con tamaño máximo de 1/2"	105
15 Resistencia a la compresión del concreto patrón con tamaño máximo de 3/8"	106
16 Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/4"	106
17 Resistencia a la compresión del concreto patrón más superplastificante con tamaño máximo de 1/2"	107
18 Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante con tamaño máximo de 3/8"	108
19 Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/4"	108
20 Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 1/2"	109
21 Resistencia a la compresión del concreto patrón más superplastificante y microsilíce con tamaño máximo de 3/8"	110
22 Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilíce, usando agregado grueso del tamaño máximo 3/4"	110

23	Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilice, usando agregado grueso del tamaño máximo 1/2"	111
24	Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilice, usando agregado grueso del TM 3/8"	112
25	Resistencia a la compresión del concreto patrón con TM 3/4" a los 28 días	112
26	Resistencia a la compresión del concreto patrón más superplastificante y microsilice con TM 3/4" a los 28 días	113
27	Medidas estadísticas de las resistencias a la compresión a los 28 días del concreto patrón y concreto patrón más superplastificante y microsilice	113
28	Análisis de varianza para el análisis de tratamientos	114
29	Contrastación de hipótesis del estudio basado en los resultados de resistencia a la compresión	114

## INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
01 Resistencia del concreto patrón con agregado grueso del tamaño máximo de 3/4"	105
02 Resistencia del concreto patrón con agregado grueso del tamaño máximo de 1/2"	105
03 Resistencia del concreto patrón con agregado grueso del tamaño máximo de 3/8"	106
04 Resistencia del concreto patrón con superplastificante con agregado grueso del tamaño máximo de 3/4"	107
05 Resistencia del concreto patrón con superplastificante con agregado grueso del tamaño máximo de 1/2"	107
06 Resistencia del concreto patrón con superplastificante con agregado grueso del tamaño máximo de 3/8"	108
07 Resistencia del concreto patrón con superplastificante y microsilice con agregado grueso del tamaño máximo de 3/4"	109
08 Resistencia del concreto patrón con superplastificante y microsilice con agregado grueso del tamaño máximo de 1/2"	109
09 Resistencia del concreto patrón con superplastificante y microsilice con agregado grueso del tamaño máximo de 3/8"	110
10 Comparación de las resistencias en los tres diseños con tamaño máximo de 3/4"	111
11 Comparación de las resistencias en los tres diseños con tamaño máximo de 1/2"	111
12 Comparación de las resistencias en los tres diseños con tamaño máximo de 3/8"	112
13 Gráfica de la curva de la distribución t-Student	114

## RESUMEN

El problema que abordamos en el presente trabajo de investigación, surge como necesidad de utilizar concreto de alta resistencia, para construcciones especiales en la ciudad de Tarapoto.

La falta de investigación en este tema, ha motivado al autor de la presente tesis a realizar el presente trabajo para la ciudad de Tarapoto, la misma que necesita de ésta investigación para el diseño de construcciones especiales, brindando mayor funcionalidad y economía a comparación del concreto convencional. Entonces con seguridad podemos afirmar que a partir de ésta investigación se utilizará concreto de alta resistencia que mejorará los diseños en el concreto para construcciones especiales.

El trabajo ha sido investigado para diseñar y obtener un concreto de alta resistencia  $f'_c = 480 \text{ kg/cm}^2$ , con concreto patrón y con aditivos. Se utilizó agregados de tamaños máximos de 3/4", 1/2" y 3/8" se logró obtener la resistencia requerida, pero con diferentes proporciones de cemento y agregados, al mismo tiempo manteniendo la proporción de superplastificante y microsilíce (1.2% y 7.5% del peso del cemento respectivamente).

Se ha logrado el objetivo de obtener la resistencia deseada, de tal manera que servirá para el aporte tanto en la parte de investigación, así como en la aplicación para diferentes proyectos en construcciones especiales para la ciudad de Tarapoto.

# I INTRODUCCIÓN

## 1.1 GENERALIDADES

El problema que se decidió investigar, gira en torno a la falta de investigación sobre concretos de alta resistencia para la ciudad de Tarapoto. Este tema la consideraremos fundamental para el diseño de construcciones especiales.

El objeto de la investigación es utilizar un concreto de alta resistencia en la ciudad de Tarapoto. El objetivo es diseñar y obtener concreto de alta resistencia, siendo el campo de acción el diseño de un concreto  $f'_c=480 \text{ kg/cm}^2$  para utilizar en construcciones especiales, resultando antieconómico y poco funcional mediante el uso de concreto convencional.

Metodológicamente, se hizo el diseño de mezcla de concreto, de conformidad a lo indicado en las normas técnicas, teniendo los parámetros indicados en las mismas para uso de los insumos que comprende el diseño así como el procedimiento para la elaboración del concreto. Los diseños fueron realizados en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, del cual se ha obtenido el concreto de alta resistencia, iniciándose con una proporción tentativa de materiales en base a un diseño teórico, ajustándose en tres repeticiones llegando a un diseño definitivo.

La introducción compromete el esquema capitular. En el capítulo I se indican los antecedentes; el planteamiento, delimitación y formulación del problema; así como el objetivo, la justificación y delimitación de la investigación.

En el capítulo II, concretamos el marco teórico, el cual está constituido por los trabajos de investigación que anteceden a nuestro estudio y por la síntesis de las principales teorías que sustentan la propuesta. Tanto las teorías como los antecedentes permiten ver el por qué y el cómo de nuestra investigación.

En el capítulo III, se describen los materiales y la metodología usada en la investigación; así como el universo, población y muestra del presente trabajo, el

diseño experimental, el diseño de instrumentos relacionado a normas de concreto y a técnicas estadísticas, de laboratorio y del propio diseño de concreto.

En el capítulo IV, se indican los resultados obtenidos en cuanto a las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido que muestran la evolución de la resistencia del concreto conforme avanza las edades del mismo, así como la propia resistencia del concreto obtenido. También se indica la comparación de estos resultados de concreto patrón y con aditivos.

En el capítulo V, se analizan y discuten los resultados obtenidos, tanto de los insumos o materiales utilizados en la preparación del concreto, de las propiedades del mismo concreto, así como de la resistencia a la compresión alcanzada.

Finalmente en el capítulo VI, se indican las conclusiones y recomendaciones del presente estudio de investigación.

## **1.2 EXPLORACION PRELIMINAR ORIENTANDO LA INVESTIGACION**

Los concretos de alta resistencia, obtenidos por incorporación a la mezcla de microsílices, una adición mineral, y de superplastificantes, un aditivo químico, son una nueva clase de concretos que, como su nombre lo indica, tienen resistencias en compresión que a los 28 días sobrepasan los 700 Kg/cm<sup>2</sup> y que pueden alcanzar resistencias de 1200 Kg/cm<sup>2</sup> o mayores a los 90 días.

Estos concretos tienen múltiples aplicaciones. De ellas la más estudiada es la construcción de edificios de gran altura. La principal limitación es que todavía no se conoce en su totalidad las propiedades y comportamientos de estos concretos.

El propósito de ésta investigación es tratar de identificar los materiales y proporciones que conducirán a un mejor resultado, no sólo en resistencia, sino también en otras propiedades que deberán ser cuidadosamente seleccionados empleando todas las técnicas disponibles para garantizar el éxito de esta investigación

Existen un sin número de definiciones de concreto de alta resistencia. Por lo cual no existe una definición universalmente aceptada, muchas instituciones reconocidas internacionalmente han definido a los concretos de alta resistencia cada cual con

diferentes criterios de evaluación, algunas de estas definiciones son resumidas a continuación:

**El Instituto Americano del Concreto: (Russell 1999) American Concrete Institute (ACI)** <sup>1</sup> Indica que “Un concreto de alto desempeño es el que reúne una combinación especial de requerimientos de desempeño y uniformidad que no siempre pueden ser logrados usando materiales tradicionales, mezclado normal, criterios de colocación normales y prácticas de curado ordinarias”.

Un concreto de alto desempeño es un concreto en el cual ciertas características son desarrolladas para una aplicación y medio ambiente particular.

Ejemplos de estas características que pueden ser consideradas críticas para una aplicación y estas son: <sup>2</sup>

- 1.- Facilidad en su colocación.
- 2.- Compactación sin segregación.
- 3.- Propiedades mecánicas a largo plazo.
- 4.- Resistencia inicial.
- 5.- Permeabilidad.
- 6.- Densidad.
- 7.- Calor de hidratación.
- 8.- Dureza.
- 9.- Estabilidad volumétrica.
- 10.-Gran periodo de vida de servicio en un medio ambiente severo.

#### **Comentario de la definición**

La definición propuesta en 1998 por el Subcomité THPC del ACI formado en 1991, es una definición general que intenta incluir una variedad de concretos que tienen propiedades especiales que no son comunes es un concreto convencional y no establece ningún parámetro máximo o mínimo que un determinado concreto deba cumplir a diferencia de otras definiciones.

**El Departamento Federal de Administración de Carreteras de los Estados Unidos (1998),**<sup>3</sup> plantea que “Un concreto de alto desempeño es diseñado para

---

<sup>1</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 11

<sup>2</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 12



ser más durable y si es necesario más resistente que un concreto convencional. Los concretos de alto desempeño están compuesto de esencialmente los mismos materiales que un concreto convencional. Pero las proporciones son diseñadas para proveer la resistencia y durabilidad necesaria para los requerimientos estructurales y medio ambientales del proyecto.”

### **Comentario de la definición**

Esta definición conjuntamente con la del Instituto Americano del Concreto son las más aceptadas internacionalmente, sin embargo es importante destacar que el Departamento Federal de Administración de Carreteras también ha publicado otras definiciones anteriores, las cuales estaban orientadas a estructuras específicas como es el caso de los puentes.

**El Programa Estratégico de Investigación de Carreteras (Zia, 1991)<sup>4</sup> plantea que:**

- a) Un concreto de alto desempeño debe cumplir con una de las siguientes características:
  - 1.- Resistencia a la compresión a los 28 días mayor o igual a 700 kg/cm<sup>2</sup>.
  - 2.- Resistencia a la compresión a las 4 horas mayor o igual a 200 kg/cm<sup>2</sup>.
  - 3.- Resistencia a la compresión a las 24 horas mayor o igual a 350 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) Un concreto de alto desempeño debe tener un factor de durabilidad mayor que 80% después de 300 ciclos de congelamiento y deshielo.
- c) Un concreto de alto desempeño debe tener una relación agua/materiales cementicios menor o igual que 0.35.

### **Comentario de la definición**

La definición del Programa Estratégico de Investigación de Carreteras abarca una resistencia específica, durabilidad y características del diseño de mezclas. Se debe tener en cuenta que esta definición fue desarrollada primordialmente para los requerimientos en la construcción de carreteras y no para obras en general.

**La Universidad de Tokyo (1990),<sup>5</sup> también precisa que “Un concreto de alto desempeño debe cumplir con las siguientes características”:**

---

<sup>3</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 12

<sup>4</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 13

- 1) Habilidad para llenar los encofrados con poco o sin esfuerzo externo de compactación.
- 2) Una mezcla cohesiva con baja segregación.
- 3) Fisuración mínima a edades tempranas causadas por la contracción o las deformaciones técnicas.
- 4.- Suficiente resistencia a largo plazo y baja permeabilidad.

### **Comentario de la definición**

En esta definición, el concreto de alto desempeño es caracterizado como un “concreto nivelador” que compensa las prácticas de construcción y detallado estructural deficiente y es una reflexión que hacen japoneses al énfasis en la constructibilidad tanto como a la resistencia y durabilidad del concreto.

**El Instituto del Concreto Pretensado (1994),<sup>6</sup>** señala que “Un concreto de alto desempeño es un concreto con o sin microsilíce que tiene una relación agua/cemento de 0.38 o menos, resistencia a la compresión igual o mayor a 552 kg/cm<sup>2</sup> y permeabilidad (medida por AASHTO T-259 o T-277) 50% más baja que la de un concreto convencional”.

**La Fundación de Investigación en Ingeniería Civil (1994),<sup>7</sup>** también indica que “Al contrario de un concreto convencional, un concreto de alto desempeño debe tener uno o más de estos requisitos”:

- 1) Fácil colocación y compactación.
- 2) Alta resistencia inicial.
- 3) Exhibir propiedades mecánicas a largo plazo superiores, resistencia a la abrasión o cargas de impacto, y baja permeabilidad.
- 4) Exhibir estabilidad volumétrica y así menos deformaciones y menos fisuras.
- 5) Mayor periodo de resistencia a ataque químicos, ciclos de congelamiento y deshielo o altas temperaturas.
- 6) Demostrar durabilidad mejorada.

**El Dr. Adam Neville (Reino Unido)<sup>8</sup>** en su libro **Tecnología del Concreto**, precisa que “en discusión al concreto de alta performance, sus características

---

<sup>5</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 14

<sup>6</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 14

<sup>7</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 14

especiales son tales que sus componentes y proporciones son específicamente escogidas para tener las propiedades particularmente apropiadas para el uso esperado de la estructura, estas propiedades son usualmente una alta resistencia o baja permeabilidad”.

**Definición del Ing.C.H.Goodspeed(Estados Unidos)<sup>9</sup>:** “puede llamarse concreto de alto desempeño (HPC) a cualquier concreto que satisface ciertos criterios propuestos que superan las limitaciones de concretos convencionales, estos pueden incluir concretos con mejorada resistencia a la acción del medio ambiente (durables) o un incremento de la capacidad estructural mientras mantienen una adecuada durabilidad. Pueden también incluirse concretos que reducen significativamente el tiempo de construcción sin compromiso de un largo periodo de servicio. Por consiguiente no es posible dar una única definición de HPC sin considerar los requerimientos de desempeño dado por las condiciones de uso del concreto”.

**Definición de los ingenieros Ryan y Potter (Australia):<sup>10</sup>** “un concreto de alto desempeño es el que reúne múltiples criterios de desempeño los cuales son significativamente más estrictos que los requeridos para concretos convencionales”

**Definición del Ing. Swany (Reino Unido):<sup>11</sup>** “un concreto de alto desempeño tal como es diseñado para dar características optimizadas de desempeño para condiciones dadas de cargas, uso y condiciones de exposición, consistentes con los requerimientos de costo, ciclo de vida, y durabilidad. Un concreto de alto desempeño no necesariamente implica el uso de materiales costosos o procesos tecnológicos complejos sino que estos están condicionados por los requerimientos estructurales, de uso y medioambiente”.

**El Ing. Rivva López,<sup>12</sup> en su libro Tecnología del Concreto,** precisa que “los concretos de alta resistencia obtenidos por incorporación a la mezcla de microsílíce y de superplastificante, son una nueva clase de concretos que, como su nombre lo indica, tienen resistencia en compresión que a los 28 días sobrepasan los 700Kg/cm<sup>2</sup> y que pueden alcanzar resistencias de 1200 Kg/cm<sup>2</sup> o mayores a los 90 días”

---

<sup>8</sup> Neville, Adam. Tecnología del Concreto, Tomo I. Pág. 38.

<sup>9</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 15

<sup>10</sup> Portugal Barriga, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. Pág. 15

<sup>11</sup> Ídem.

<sup>12</sup> Rivva López, Enrique. Concretos de Alta Resistencia. Pág. 1

### 1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO

La presente investigación trata de buscar una metodología para obtener concretos de alta resistencia, con asentamientos en el rango de 3" – 4" usando cemento portland tipo I para lo cual se empezó con el diseño de un concreto patrón, el cual sirvió de base principal para la obtención del concreto de alta resistencia.

Así mismo, expone las propiedades de los diferentes materiales usados en la investigación, para lo cual los agregados (grueso y fino) fueron ensayados para conocer sus propiedades, mientras que las propiedades del cemento, aditivo superplastificantes y el microsilíce, fueron proveídos por los fabricantes.

Para el diseño del concreto patrón, los porcentajes de arena y piedra para el agregado fueron del 40% y 60% respectivamente y de resistencia a la compresión realizados a los 7 días, con una relación de agua/cemento de 0.40.

Las dosificaciones del aditivo superplastificante se obtuvo a partir del concreto patrón, adicionando aditivo en diferentes dosificaciones y escogiendo el de mejores resultados, usando como diseño final para el concreto con aditivo una dosificación de 1.2% (respecto al peso del cemento).

Según nuestro objetivo es diseñar un concreto de alta resistencia  $f'_c=480 \text{ kg/cm}^2$  con agregados del río Huallaga cantera Shapaja del río Huallaga para la ciudad de Tarapoto.

Por el cual se obtuvo el diseño del concreto con aditivo más microsilíce a partir del concreto con aditivo, añadiendo la microsilíce en diferentes dosificaciones, para lo cual se tuvo que agregar más aditivo, pues al aumentar la cantidad de microsilíce la mezcla requería mayor cantidad de agua y el aditivo ayudó a reducirla, siendo la dosificación final de la microsilíce de 7.5% (respecto al peso del cemento) y del aditivo 1.2% respecto al peso del cemento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACION Y FORMULACION DEL PROBLEMA A RESOLVER

#### 2.1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Desde que se descubrió el cemento, por el británico John Smeaton en 1756, la tecnología del concreto ha tenido avances importantes en periodos muy cortos. A los 140 Kg/cm<sup>2</sup> de Abrams en 1918, han seguido en el Perú concretos de 210Kg/cm<sup>2</sup>, luego concretos de 350 Kg/cm<sup>2</sup>. Posteriormente se incursiona en los concretos de 500 Kg/cm<sup>2</sup> con Máximo Aire Untireos en 1985; 700 Kg/cm<sup>2</sup> con José Álvarez Cangalahua en 1996; se continúa con los de 1200 kg/cm<sup>2</sup> de Patricia Morales; luego se tiene concretos de 1400 Kg/cm<sup>2</sup> de Patricia Vilca y Edher Huincho. Todo ello con la finalidad de alcanzar la meta de Powers, concretos de 2300 kg/cm<sup>2</sup> a los 90 días.<sup>13</sup>

Para ello se ha realizado investigaciones en la producción de los cementos; en la elección de los agregados en cuanto a la calidad y cantidad; se conoce con qué aguas no se debe trabajar; se desarrolla el concreto premezclado.

El uso del concreto de alta resistencia en el Perú, se hace referencia a la década de 1990, donde se producen concretos con resistencia de 450 kg/cm<sup>2</sup>, iniciándose la aplicación extensiva de aditivos reductores de agua de alto rango, de manera de lograr resultados consistentes. En la actualidad, con la adición de microsilíce se obtienen concretos de 800 kg/cm<sup>2</sup>.

Así en Lima, especialmente en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería se ha realizado investigaciones en forma de Tesis de Titulación, que ha permitido gradualmente pasar de 140 Kg/cm<sup>2</sup> a 1490 kg/cm<sup>2</sup> empleando también, en este último caso combinaciones de Nanosílíce con Microsílíce.<sup>14</sup>

En la ciudad de Tarapoto estadísticamente no está reportado del uso del concreto  $f'_c=480\text{kg/cm}^2$ , por lo que las condiciones y propiedades del concreto

---

<sup>13</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concretos de Alta Resistencia. Pág. 12

<sup>14</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concretos de Alta Resistencia. Pág. 12

indicado es poco conocido. La norma, no especifica el uso de este tipo de concreto, por lo que se puede considerar un diseño marginal al reglamento

En la actualidad las investigaciones se orientan, siempre dentro de los criterios de agregados de alta calidad, con dureza cercana a 10; a trabajar con una adición alternativa, Microsílice o materiales de características puzolánicas, un superplastificante y un material de tipo de las Nanosílice.<sup>15</sup>

Actualmente el concreto ha dejado de ser una ciencia joven, la gran cantidad de trabajos de investigación durante este periodo respaldan esta afirmación, actualmente los concretos no son fabricados solo con agregados, agua y cemento, existen adiciones minerales (microsilice) y aditivos químicos (superplastificantes) que ya han pasado a formar parte de una mezcla de concreto convencional. Los Concretos de Alta Resistencia son quizá la mejor representación de la evolución de la tecnología del concreto, sus características optimizadas simplemente hacen que estos concretos sean los más adecuados para gran cantidad de aplicaciones.

## **2.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el concreto armado es de uso común en todos los niveles sociales, no tan solo en la ejecución de obras públicas, en donde el tipo de concreto en resistencia oscila desde el más bajo de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , hasta el más alto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Los diseños elaborados de concreto armado para las diferentes estructuras, implican un gran costo en la construcción y/o elaboración de este, por solo contar con los agregados de nuestra región, específicamente de una variedad de canteras que ofrecen estos, insumos de todo tipo de calidad, ya sea en resistencia y costo. Pues debido a nuestras limitaciones no se usan concretos de alta resistencia como en los países desarrollados, en el que usan tecnología de punta para mejorar la calidad de los insumos y adicionalmente el incremento de aditivos especiales para su mejor desempeño ante solicitudes de diseño especiales.

---

<sup>15</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concretos de Alta Resistencia. Pág. 12

Es necesario aportar y proponer el uso de nuevas propuestas tecnológicas en lo que a concreto se refiere teniendo en cuenta las mejoras de las propiedades.

### 2.1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En el presente estudio se pretende establecer especificaciones técnicas de un concreto de alta resistencia solo para la Ciudad de Tarapoto y con los respectivos insumos que requiere para su realización, referente a agregados grueso y fino que serán tomados de la cantera Shapaja margen izquierda del río Huallaga.

### 2.1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema surge a partir de la falta de estudios específicos de cómo alcanzar concretos de alta resistencia con los materiales de nuestras canteras, el **uso de concretos de baja resistencia** limita ejecutar construcciones especiales tales como colocar concreto en servicio a una edad mucho menor, como por ejemplo dar tráfico a pavimentos a 03 días de su colocación; construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible; construir superestructuras de puentes de mucha luz y mejorar la durabilidad de sus elementos; así como otras construcciones especiales tales como presas, cubiertas de graderías, cimentaciones marinas o fluviales, pisos industriales de tráfico pesado etc.

Dado el problema, como lo mencionamos anteriormente, es necesario establecer **especificación técnicas** de lograr concretos de alta resistencia, que sean tomados en los diseños de las estructuras que ha de construirse en nuestra región, ya que sin ellos no podremos resolver la ejecución de dichas construcciones.

Ahora la pregunta más importante es ***“¿Cómo se puede obtener concreto de alta resistencia  $f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregados de la cantera Shapaja del río Huallaga para la ciudad de Tarapoto?***

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un Concreto de Alta Resistencia  $f'c=480 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregados de la cantera Shapaja del Río Huallaga para la ciudad de Tarapoto.

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Seleccionar el agregado adecuado, de acuerdo a las especificaciones técnicas; de la cantera Shapaja del rio Huallaga más adecuado para el diseño de concreto de alta resistencia con  $f'c=480 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Diseñar y obtener un concreto de alta resistencia con  $f'c=480 \text{ kg/cm}^2$ . patrón y patrón más superplastificante y microsilíce, utilizando agregados de la cantera Shapaja del rio Huallaga, bajo un diseño experimental.
3. Optimizar la cantidad de los materiales que se utilizarán en el diseño de mezcla para obtener un concreto de alta resistencia con  $f'c=480 \text{ kg/cm}^2$

## **2.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

Este trabajo de investigación surge como necesidad de contar con un estudio que nos permita manejar las variables que intervienen en el diseño de concreto de alta resistencia en los proyectos en la ciudad de Tarapoto, debiéndose aplicar correctamente los diseños de mezcla necesarios con los insumos de la zona de una manera que nos permita ejecutar construcciones especiales y evitar el uso de concretos de baja resistencia que conllevan a generar un costo mayor en la ejecución de la obra.

## **2.4 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION**

El presente trabajo de investigación abarca solamente a utilizar los materiales que están disponibles en la ciudad de Tarapoto, referente a agregados grueso y fino que serán tomados del rio Huallaga, específicamente en la cantera Shapaja, margen izquierda del rio Huallaga; con la finalidad de reducir los costos en insumos a emplear en la preparación del concreto. Solamente el cemento y los aditivos (superplastificante y microsilíce), son tomados del mercado local y nacional



## **2.5 MARCO TEORICO**

### **2.5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

En las últimas décadas, los países de alto grado de desarrollo han iniciado la construcción de edificaciones con concreto de altos niveles de resistencia, entre  $500 \text{ kg/cm}^2$  y  $1000 \text{ kg/cm}^2$ , la evolución de este tipo de concreto han sido bastante lenta y podríamos decir que comenzó en la década de los 70 con concretos de aproximadamente  $600 \text{ kg/cm}^2$

La primera construcción en concreto de alta resistencia fue realizada hace 40 años por "Waterseays Experimental Station" de la Fuerza Aérea Americana, con concreto de alrededor de  $700 \text{ kg/cm}^2$ , en silos subterráneos<sup>16</sup>

El empleo de concretos de alta resistencia se desarrollo inicialmente en la ciudad de Chicago, debido a la especial concurrencia de diversos factores, tales como que el código de construcción de esa ciudad permitía secciones reducidas en los elementos de concreto, la presencia en esta ciudad de una innovadora compañía de premezclado y además ser sede de los laboratorios de Portland Cement Asociatiòn.<sup>17</sup>

En el Perú, el concreto de alta resistencia ya está presente, tanto en el área de investigación como en el área de construcción en sí misma.

Las primeras Tesis de Grado realizadas en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería Civil son: concreto de Alta Resistencia-Autor: Máximo Aire Untireos-1995, Concreto de Alta Resistencia-Autor: Jesús Breña-1987, Incorporación del Microsilice para la Obtención de Concreto de Alta Resistencia-Autor: Eddy Vargas Calle-1995, Concreto de Alta Resistencia-Autor: José Álvarez Cangalahua-1996. El Asesor de ésta Tesis ha sido el Ingeniero Enrique Rivva López.

En Japón, Canadá, Francia, Estados Unidos Alemania, Austria Inglaterra y otros, realizaron ensayos sobre concretos de alta resistencia utilizando superplastificantes. Así mismo se tuvo en cuenta también que cuando se requieren resistencias a la compresión superiores a los  $420 \text{ kg/cm}^2$  las

---

<sup>16</sup> Revista El Ingeniero Civil-Nº 118-Nov-2000, Concretos de Alta Performance. Pág. 30

<sup>17</sup> Revista El Ingeniero Civil-Nº 118-Nov-2000, Concretos de Alta Performance. Pág. 30

propiedades de los agregados asumen importancia creciente, reportes presentados por Walker y Blomem<sup>18</sup> quienes manifiestan que, en mezclas ricas en cemento, es decir aquellas que tienen pasta suficiente para cubrir todas las partículas, si se disminuye el tamaño máximo del agregado, aumenta tanto la superficie específica del agregado como la adherencia entre mortero y agregado, con lo cual se incrementa en forma sustancial la resistencia del concreto, así también se debe tener presente en el exceso de finos por que puede causar agrietamientos por contracción plástico.

Algunos edificios construidos con estos concretos son los siguientes:<sup>19</sup> Marwa City (Chicago-1962), La Torre Lake Point (Chicago-1963), One Shell Plaza (Houston-1970), Walter Tower Place (Chicago-1975), 311 South Wacker Drive (Chicago-1975).

Un ejemplo de aplicación de concreto de alta resistencia de los últimos tiempos son las Torres Petronas de Kuala Lumpur, uno de los edificios más altos del mundo, con una altura de 451 metros. Construidas con el concreto de alta resistencia, que le dieron una mayor rigidez a las estructura, comparada con las construidas con perfiles de acero que disminuyen la oscilación lateral.<sup>20</sup>

En cuanto al uso en la construcción, aunque no ha habido grandes vaciados, la Compañía UNICON y FIRTH,<sup>21</sup> han incursionado en las investigaciones en su propia planta para las siguientes obras:

1. Hotel Marriot  
Compañía: Graña & Montero Contratistas Generales, en donde utilizaron la cantidad de 30m<sup>3</sup> de concreto  $f_c' = 750 \text{ Kg/cm}^2$  a 980 Kg/cm<sup>2</sup> a 90 días
2. Fuste Silo Clinker resistente a la abrasión  
Compañía: Cementos Lima, en donde utilizaron la cantidad de 138m<sup>3</sup> de concreto  $f_c' = 764 \text{ Kg/cm}^2$  a 890 Kg/cm<sup>2</sup> a 60 días.

---

<sup>18</sup> Rivva López, Enrique. Concretos de Alta Resistencia. Pág. 1

<sup>19</sup> Revista El Ingeniero Civil-Nº 118-Nov-2000, Concretos de Alta Performance. Pág. 30

<sup>20</sup> VI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, PONENCIAS CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA Autor: Carlos Aire Untireos, Enrique Rivva López, Cajam. 1986

<sup>21</sup> Revista El Ingeniero Civil-Nº 118-Nov-2000, Concretos de Alta Performance. Pág. 35

### 3. Reservorio de Alta Durabilidad

Compañía: Constructora Moromisato S.A., usaron la cantidad de  $13\text{m}^3$  de concreto de  $f'_c=620\text{ Kg/cm}^2$ .

### 4. Estructura Especial Ampliación C.C. Caminos del Inca-cantidad: en el cual usaron $27.5\text{ m}^3$ de concreto de $f'_c=770\text{ Kg/cm}^2$ a $915\text{ Kg/cm}^2$ a 90 días

Todos estos concretos han sido dosificados, usando superplastificantes y microsilíce

En la Región San Martín se conoce muy poco sobre concretos de alta resistencia, el único trabajo realizado sobre este tema es la Tesis: "Diseño de Mezclas de Concreto de Alta Resistencia", Autor: Cristian Sandoval Garay, la cual fue sustentada en la Universidad Nacional de San Martín-Facultad de Ingeniería Civil. En este estudio se logró obtener experimentalmente un concreto de  $f'_c=350\text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, utilizando superplastificante y aditivos.

## 2.5.2 MARCO TEÓRICO

### 2.5.2.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

#### 2.5.2.1.1 TRABAJABILIDAD:

Encontrar una definición de trabajabilidad, es ya una idea muy subjetiva, las diferentes definiciones tratan de enlazar parámetros calificables según la perspectiva de cada evaluador, sin embargo, encontrar una definición adecuada para la trabajabilidad de los concretos de alto desempeño es necesaria, la definición propuesta por Glanville, Collins y Matthews nos dice que "la trabajabilidad se puede definir mejor como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación total", esta definición originada del supuesto que solo la fricción interna (esfuerzo de fluencia), es una propiedad intrínseca de la mezcla nos brinda una aproximación cuantitativa de la trabajabilidad, sin embargo define un estado ideal de compactación

total la cual nunca se logrará, una corrección bastante simple a esta definición es la que a continuación proponemos, “la trabajabilidad se puede definir como la cantidad de trabajo interno útil que se requiere para producir una compactación adecuada de la mezcla”.<sup>22</sup>

#### **2.5.2.1.2 CONSISTENCIA:**

Es una propiedad del concreto fresco que está en relación directa con el grado de humedecimiento de la mezcla, determinando de acuerdo al menor o mayor contenido de agua 3 tipos de mezclas:

- ❖ Mezclas secas
- ❖ Mezclas plásticas
- ❖ Mezclas húmedas

La prueba del cono de Abrams o de slump es tal vez el ensayo mas largamente usado para caracterizar la consistencia de un concreto. Muchos investigadores han tratado de realizar modelos con los cual puedan predecir el valor de slump, sin embargo los modelos presentados hasta el momento presentan un error promedio alto.

La adición de la microsílice a las mezclas ha dado como resultado un concreto más cohesivo y menos propenso a la segregación, este comportamiento se observe en todas las mezclas elaboradas con este material.<sup>23</sup>

#### **2.5.2.1.3 COMPACIDAD:**

Es un factor característico de la trabajabilidad y está relacionado con la compactibilidad, y es la propiedad que debe tener todo concreto de modo que en un

---

<sup>22</sup>PORTUGAL BARRIGA, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño, pág.198.

<sup>23</sup>PORTUGAL BARRIGA, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño, pág.200.

volumen fijo quepa la mayor cantidad de agregado grueso y la mayor cantidad de pasta. En estas condiciones se obtendrá un concreto muy denso de gran resistencia y más impermeable, es decir, muy estable cuando está endurecido.<sup>24</sup>

#### **2.5.2.1.4 PESO UNITARIO:**

El peso unitario del concreto es el peso varillado por una unidad de volumen de una muestra representativa del concreto. Se expresa en  $\text{kg/m}^3$ .

El procedimiento para su determinación, consiste en llenar un molde de volumen determinado (muestra representativa), en tres capas sucesivas con 25 golpes cada capa y luego pesar. Entonces por definición.<sup>25</sup>

Peso unitario del concreto es igual al peso total menos el peso del molde entre el volumen del molde.

De acuerdo al tipo de agregado utilizado, los concretos se clasifican en:

- Concreto Normales ( $2200 - 2500 \text{ Kg/m}^3$ )
- Concretos Livianos ( $600 - 1800 \text{ kg/cm}^3$ )
- Concretos Densos ( $2700 - 4500 \text{ kg/m}^3$ )

#### **2.5.2.1.5 CONTENIDO DE AIRE:**

Esta es una propiedad que tiene todo concreto, puesto que el aire es un volumen integrante de una mezcla y su presencia es inevitable. La importancia radica en el porcentaje de aire que contenga una mezcla y el cómo manejarlo para que su presencia no afecte las propiedades requeridas.

El contenido de aire influye en concretos que no hayan tenido una buena dosificación, transporte y compacta

---

<sup>24</sup> GONZALES GARCIA, José Luis, Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global y Modulo de Finura, pág. 29

<sup>25</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel. Tecnología del concreto, pág. 24

ción, originando cangrejeras formando un porcentaje de aire indeseable, constituyéndose en vías de ataque para los agentes climáticos.

Una cantidad significativa de material que pase la malla N° 200, especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporado de aire para obtener los mismos resultados.<sup>26</sup>

#### **2.5.2.1.6 SEGREGACION:**

La segregación representa el estado opuesto de la homogeneidad ya que se define como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero.<sup>27</sup>

Otras causas de segregación menos usuales puede ser el empleo del agregado grueso cuya gravedad específica difiere apreciablemente de la que tiene el agregado fino. Otra puede ser el empleo del agregado grueso cuyo tamaño máximo en relación con las dimensiones del elemento estructural.

Este es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. Lo que implica un deficiente comportamiento estructural del elemento, la segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuando más humedad es ésta y menor cuanto más seca es.

---

<sup>26</sup> GONZALES GARCIA, José Luis, Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global y Modulo de Finura, pág. 30

<sup>27</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel. Tecnología del concreto, pág. 20

En la etapa de producción de concreto en obra se tiene que tener bastante cuidado, puesto que generalmente los procesos de transporte, colocación, y compactación del concreto son las causas externas del fenómeno de segregación.<sup>28</sup>

#### **2.5.2.1.7 EXUDACION:**

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos.

Este fenómeno ocurre momentos después que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua de la misma, así como también de la fuerza del cemento, de la utilización de aditivos, y de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.<sup>29</sup>

Cuando se aprecia una exudación excesiva, debe adoptarse medidas en su granulometría para controlar o eliminar los efectos negativos que pudiera tener en el resultado final. Una forma de contribuir a controlar la exudación es el empleo de una combinación adecuada de arenas gruesas y finas, a fin de incrementar la superficie específica y disminuir el volumen de exudación. La exudación puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, así como también de la fuerza del cemento, de la utilización de aditivos, y de la temperatura en la medida en que a mayor temperatura mayor es la velocidad de exudación.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> GONZALES GARCIA, José Luis, Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global y Modulo de Finura, pág. 31

<sup>29</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel. Tecnología del concreto, pág. 20

<sup>30</sup> GONZALES GARCIA, José Luis, Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global y Modulo de Finura, pág. 32

#### **2.5.2.1.8 COHESIVIDAD:**

Es la propiedad del concreto fresco que trata de impedir la posible segregación de la mezcla durante el traslado, colocación y compactación de la misma. Desde el punto de vista físico y microscópico, se puede interpretar éste fenómeno como las fuerzas de atracción entre las partículas del concreto, las cuales se transmiten a través del medio líquido que las rodea siendo éste "medio líquido" (pasta de cemento) no genera las fuerzas suficientes para mantener "ordenadas" a las partículas (agregados) separándose las livianas de las más pesadas originando segregación en la misma.<sup>31</sup>

En mezclas muy húmedas, estas fuerzas de atracción son también débiles, originándose por lo tanto el mismo fenómeno perjudicial.

### **2.5.2.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO:**

#### **2.5.2.2.1 ELASTICIDAD:**

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo cargas sin tener deformación permanente se considera una medida de la resistencia del material a deformarse, ya que las mezclas más ricas tienen mayor módulo de elasticidad y por consiguiente mayor capacidad de deformarse que las mezclas pobres.

#### **2.5.2.2.2 RESISTENCIA:**

Es la propiedad por la cual el concreto determina su capacidad para soportar cargas y esfuerzos sin romperse, siendo la resistencia a la compresión la que establece su calidad. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresado en términos de R a/c en peso, también está en función de

---

<sup>31</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel. Tecnología del concreto, pág. 24



tipo, características físicas y químicas de sus materiales constituyentes como calidad y tipo de cemento, calidad resistente y granulometría de agregados, como también factores externos, la temperatura, técnicas de mezclado, transporte colocación, compactación y curado del concreto

Un factor indirecto y de importancia lo constituye el curado puesto que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegaría a desarrollar completamente las características resistentes del concreto

La relación agua/cemento es el factor quizás más importante que determina el grado de resistencia que adopta un concreto totalmente compactado, que definió Duff Abrams en 1918 "ley de Abrams" y estableció que para un conjunto dado de materiales y condiciones de trabajo, el factor determinante de la resistencia era la relación agua/cemento de diseño, en la que se excluye el agua absorbida por el agregado. En esta teoría las resistencias son mayores con la disminución de la relación agua/cemento.

Pero no olvidemos que los agregados son materiales que representan aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes de la unidad cúbica de concreto, lo cual influye dependiendo de su forma, textura, dureza, tamaño máximo, granulometría en las propiedades resistentes del concreto. Esto llevó a que en 1923 el Norteamericano Gilkey observe la ley de Abrams y sostenga que el agregado no es un material inerte de relleno y plantea su teoría en cuanto a la resistencia del concreto y quizás las más aceptable hasta nuestros días.<sup>32</sup>

---

<sup>32</sup>GONZALES GARCÍA, José Luis, Las mezclas de concreto y sus resultados en la ciudad de Tarapoto utilizando el método de agregado Global y Modulo de Finura, pág. 33

### **2.5.2.3 ADITIVOS QUIMICOS**

Los aditivos son ampliamente empleados en la producción de concretos de alta resistencia. Estos materiales incluyen agentes y adiciones químicas y minerales. Los primeros desarrollan un sistema de vacíos apropiados para incrementar la durabilidad.

Los aditivos químicos son generalmente producidos empleando lignosulfonatos, ácido hidroxilar carboxílico, carbohidratos, melamina y acetato condensado, y aceleradores orgánicos e inorgánicos de diversas formulaciones. La selección del tipo, marca y dosaje de los aditivos empleados deberá basarse en su comportamiento con otros materiales seleccionados para su uso en el proyecto de investigación, incrementos significativos en la resistencia en compresión, control de la velocidad de endurecimiento, ganancia acelerada de resistencia, mejora en la trabajabilidad y durabilidad, todas ellas contribuciones que pueden esperarse del aditivo o aditivos elegidos. El comportamiento en trabajos previos debe ser considerado durante la selección.<sup>33</sup>

#### **2.5.2.3.1 SUPERPLASTIFICANTES**

También conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango se encuentran especificados en ASTM C 494 y ASTM C 1017, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Se agregan a los concretos de agua/cemento bajos a normales para producir concretos fluidos de alto asentamiento<sup>34</sup>

Los superplastificante son aditivos derivados de los formaldeidos melamina o naftaleno que tienen la propiedad de darle a la mezcla una gran plasticidad al

---

<sup>33</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 21

<sup>34</sup>TORRES C. Ana. Enrique, Curso Básico de Tecnología del Concreto, pág. 65

liberar el agua sujeta a los otros materiales integrantes de ella.

También conocido como aditivo reductor de agua de alto rango, su empleo tiene por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua en la mezcla del concreto.

La dosificación depende del tipo y marca del producto y se recomienda seguir las recomendaciones del fabricante en cada caso. Su empleo permite reducir el agua en un 20% a 30%, aumentar la facilidad de manejo, y aumentar la resistencia a edades tempranas y finales<sup>35</sup>

## **2.5.2.4 ADICIONES MINERALES**

### **2.5.2.4.1 MICROSILICE**

Según el Comité 116 del ACI se entiende por Microsilice a: "Una sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de la fabricación de silicio metálico o ferro silicio". Es un polvo fino de color gris y cumple con la Norma ASTM C1240. El 93% de su composición es óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). No contiene cloruros y puede utilizarse en concretos y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del concreto. Como datos técnicos se tiene<sup>36</sup>:

- ❖ Apariencia: polvo gris
- ❖ Gravedad específica: 2.20

---

<sup>35</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 26

<sup>36</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 24

- ❖ Superficie específica (Blaine) 18000 a 22000 m<sup>2</sup>/Kg
- ❖ Partícula: Amorfa, de forma esférica.
- ❖ Finura (diámetro promedio): 0.1 a 0.2 µm.
- ❖ Porcentaje que pasa 45 µm: 95-100%.

Las Microsílice y los aditivos conteniéndolas han sido empleados en concretos de alta resistencia para propósitos estructurales y para aplicaciones superficiales y como material de reparación en situaciones en las que la resistencia a la abrasión y la baja permeabilidad son ventajosas.

La microsílice consiste en partículas vítreas muy finas con un área superficial del orden de 20,000 m<sup>2</sup>/Kg cuando se mide por las técnicas de absorción de nitrógeno. La distribución portamaños de una Microsílice típica muestra la mayoría de las partículas como menores de un micrómetro (1 µm) con un diámetro promedio de 0.1 µm el cual es aproximadamente 100 veces menor que las partículas de cemento promedio. La densidad de masa es aproximadamente de 160 a 320 Kg/m<sup>3</sup>; sin embargo, por razones comerciales puede encontrarse en formas densificada o lechada. Esta debido a su extrema fineza y alto contenido de sílice, son un alto material Pozolánico efectivo. Las Microsílice reaccionan puzolánicamente con la cal durante la hidratación del cemento para formar materiales cementicios puzolánicos estables de silicato de calcio hidratado (CSH). La disponibilidad de aditivos reductores de agua de alto rango ha facilitado el empleo de la Microsílice como parte del material cementante del concreto para producir concretos de alta resistencia. Normalmente el contenido de Microsílice de un cemento varía del 5% al 15% del contenido del cemento portland.

El empleo de Microsílice para producir concretos de alta resistencia se ha incrementado significativamente a partir de 1980. Tanto las experiencias de laboratorio como las de obra de los concretos a los cuales se ha incorporado Microsílice tienen un incremento en la tendencia para desarrollar grietas por contracción plástica. Por ello, es necesario cubrir rápidamente la superficie del concreto con Microsílice recién colocado para prevenir una rápida evaporación de agua <sup>37</sup>.

#### **2.5.2.4.2 Mecanismos de acción**

La Microsílice reacciona con el hidróxido de calcio que se forma como subproducto en el proceso de hidratación del cemento, dando como resultado un incremento en la cantidad de silicato de calcio hidratado, ligante que se sabe proporciona al concreto su resistencia y que es conocido como gel. Este incremento en el contenido de gel disminuye los poros capilares de la pasta, hace la pasta más compacta, facilita la distribución de los elementos mayores y aumenta la densidad del sistema<sup>38</sup>

Las fuerzas superficiales que actúan entre las partículas de Microsílice, pueden impedir una adecuada dispersión de ésta en el concreto fresco. Los superplastificantes, al reducir el exceso de agua y las fuerzas superficiales, hacen a las partículas más móviles, permiten una compactación más densa y mejoran la dispersión del sistema.

La Microsílice reacciona dentro de los primeros 28 días, con el hidróxido de calcio formando durante la hidratación y mejorando la resistencia en compresión del mortero. Además, modifican la distribución por

---

<sup>37</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 24

<sup>38</sup> MORATAYA C. Carlos E. Concreto de Alta Resistencia, pág. 27

tamaños de los poros por reacción con el hidróxido de calcio formado y producen una estructura de poros más discontinua e impermeable que la pasta hidratada

## **2.5.2.5 PROPIEDADES DE LOS CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA**

### **2.5.2.5.1 MODULO DE ELASTICIDAD**

En 1934, se informó de los valores por el módulo de elasticidad determinado, como la cuesta de la tangente a la curva esfuerzo-deformación uniaxial de compresión a 25 por ciento de tensión del máximo de 29GPa a 36GPa para hormigones que tienen resistencias a compresión que van de 69MPa a 76Mpa. Muchos otros investigadores han informado valores por el módulo de elasticidad de concreto de alta resistencia solidifica del orden de 31 a 45 GPa, que dependen principalmente del método de determinar el módulo. Una comparación de valores determinados experimentalmente para el módulo de elasticidad son aquellos por la expresión dada de ACI 318, Sección 8.5 para concretos de resistencia baja, y se basó en un peso de la unidad seco de 2346 kg/m<sup>3</sup>.<sup>39</sup>

Se han propuesto muchas correlaciones entre el módulo de elasticidad ( $E_c$ ) y la resistencia en compresión ( $f'_c$ ). Las desviaciones del valor predicho son solamente dependientes de las propiedades y proporciones del agregado grueso.

### **2.5.2.5.2 RELACIÓN DE POISSON**

La información sobre la Relación de Poisson para los concretos de alta resistencia es muy limitada. Shideler y Carrasquillo<sup>40</sup> han reportado valores de concretos de alta resistencia preparados con agregados livianos,

---

<sup>39</sup>MORATAYA C. Carlos E. Concreto de Alta Resistencia, pág. 55

<sup>40</sup>Grupo Concretos Celulares Ltda. Alta Tecnología en Concretos, pág. 06

teniendo una resistencia a la compresión uniaxial de  $730 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días, en los que la relación de Poisson era el 0.20 independientemente de la resistencia en compresión, edad y contenido de humedad. Los valores determinados por el método dinámico fueron ligeramente mayores.

Por otra parte, Perenchio y Klieger <sup>41</sup> han reportado valores para la relación de Poisson de concretos de peso normal y alta resistencia con resistencias en compresión variando de 55 a 80 Mpa, entre 0.20 y 0.28. Ellos han indicado que la relación de Poisson tiende a disminuir con incrementos en la relación agua/cemento.

Kaplan <sup>42</sup> ha encontrado valores para la relación de Poisson determinados empleando medidas dinámicas entre 0.23 y 0.32 independientes de la resistencia en compresión, agregado grueso y edad de ensayo, para concretos con resistencias en compresión que variaban de 17 a 79 Mpa.

Basándose sobre esta información, la relación de Poisson de concretos de alta resistencia en el rango elástico es comparable al rango de valores esperado para los concretos de baja resistencia.

#### **2.5.2.5.3 COMPORTAMIENTO ESFUERZO - DEFORMACION EN COMPRESIÓN UNIAxIAL**

Los esfuerzos axiales Vs las curvas de deformación para concretos con resistencias en compresión hasta de 83 Mpa han sido estudiados detalladamente por el ACI. El perfil de la parte ascendente de la curva esfuerzo-deformación es más lineal y parado para los

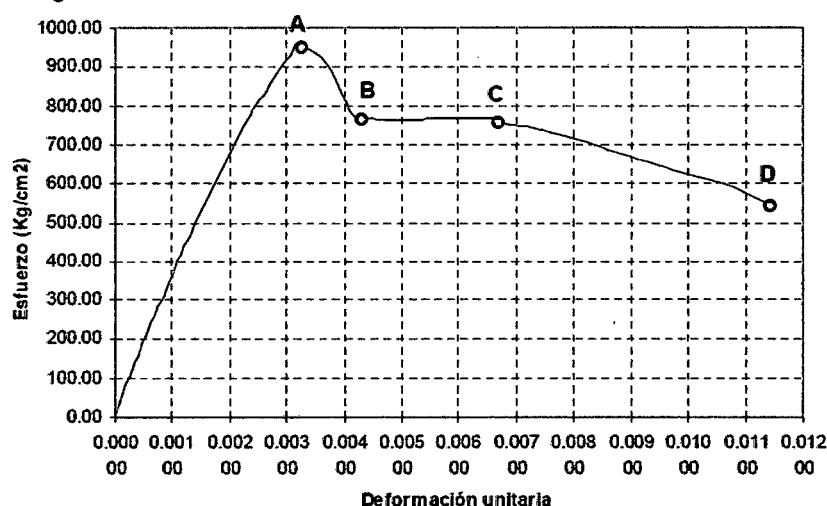
---

<sup>41</sup>PORTUGAL BARRIGA, Pablo. Tecnología del Concreto de Alto Desempeño, pág. 293

<sup>42</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 80

concretos de alta resistencia, y la deformación en el esfuerzo máximo es ligeramente más parada para los concretos de alta resistencia. Para obtener la parte descendente de la curva esfuerzo-deformación, es generalmente necesario evitar la interacción de los especímenes de ensayo; ello es más difícil en los concretos de alta resistencia.<sup>43</sup>

Figura 01: Curva esfuerzo deformación



En la figura Nº 01 se puede observar la curva esfuerzo deformación, en donde podemos identificar 4 zonas bien definidas:

La primera zona corresponde al estado elástico del concreto, se observa una recta con pendiente pronunciada, esta zona finaliza en el punto de máxima resistencia de la muestra de concreto.

La segunda zona corresponde a un descenso de la resistencia a la compresión, se ha entendido que en esta zona el concreto que cubre al reforzamiento falla totalmente no aportando a la resistencia a la compresión en el punto final de esta zona corresponde a la resistencia portada por el núcleo de concreto confinado.

<sup>43</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 80



En la tercera zona se puede apreciar un ligero incremento de la resistencia, siendo este muy pequeño, sin embargo la deformación unitaria ya alcanza el doble de la deformación de la primera zona.

En la última zona se observa un descenso de la resistencia pudiendo llegar a ser este mayor hasta llegar a la falla total del testigo.

#### **2.5.2.5.4 MODULO DE ROTURA**

Los valores reportados por diversos investigadores para el módulo de rotura tanto de concreto de bajo peso como los de peso normal están en el rango de raíz cuadrada de  $7.3f_c$  a raíz cuadrada de  $12f_c$ , cuando tanto el módulo de rotura como la resistencia en compresión están expresados por psi (libra/pulg<sup>2</sup>)<sup>44</sup>

#### **2.5.2.5.5 RESISTENCIA A LA TENSION POR DESLIZAMIENTO**

Dewar<sup>45</sup> ha estudiado la interrelación entre la resistencia a la tensión indirecta y la resistencia a la compresión por encima de 84 Mpa a los 28 días. Él concluye que en las bajas resistencias, la resistencia a la tensión indirecta puede ser tan alta como un 10% de la resistencia en compresión pero que en las altas resistencias ella puede reducirse al 5%. Él ha observado que la resistencia a la tensión por deslizamiento era del orden del 8% más alta si se empleaba en el concreto agregado grueso consistente en roca partida en relación a los concretos preparados a base de grava como agregado grueso.

Adicionalmente, Dewar ha encontrado que la resistencia por tensión indirecta era un 70% de la resistencia a la

---

<sup>44</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 80

<sup>45</sup>DEWAR, J. D. The Indirect Tensile Strenght of Concretes of High Compressive Strenght,

flexión a los 28 días. Carrasquillo, Nilson y Slate han reportado que la resistencia al deslizamiento no varía mucho del rango de los valores usuales, aún cuando la resistencia en compresión se incrementa. Los valores de resistencia al deslizamiento caen dentro del límite superior del rango esperado.

#### **2.5.2.5.6 RESISTENCIA A LA FATIGA**

El comportamiento a la fatiga de concretos de alta resistencia es muy limitado. Bennet y Muir <sup>46</sup> han estudiado la resistencia a la fatiga en compresión axial en concretos de alta resistencia y encontraron que después de un millón de ciclos, la resistencia de especímenes de concreto sujetos a cargas repetidas varía entre 66% y 71% de la resistencia estática para un nivel de esfuerzos mínimo de 8.6 Mpa. Los valores menores fueron encontrados para los concretos de más alta resistencia y para concretos preparados con los tamaños menores de agregado grueso, pero la actual magnitud de las diferencias fue pequeña. En la medida de lo que en la actualidad se conoce, la resistencia a la fatiga de los concretos de alta resistencia es la misma que para los concretos de bajas resistencias.

#### **2.5.2.5.7 PESO UNITARIO**

Los valores medidos del peso unitario de los concretos de alta resistencia son ligeramente mayores que los concretos de resistencias menores preparados con los mismos materiales.

#### **2.5.2.5.8 EVOLUCIÓN DEL CALOR DEBIDO A LA HIDRATACION**

La temperatura se eleva en el concreto debido a la hidratación, dependiendo del contenido de cemento, la relación agua/cemento, tamaño del cemento, temperatura

---

<sup>46</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 81

ambiente, entorno del elemento. Fredman <sup>47</sup> ha concluido que la evaluación de calor de los concretos de alta resistencia deberá ser de aproximadamente 6° a 8° por cada 60 Kg/m<sup>3</sup> de cemento. Valores de elevación de temperatura 56°C en concretos de alta resistencia que contenían 502 Kg/m<sup>3</sup> de cemento han sido medidos en edificios construidos en Chicago.

#### **2.5.2.5.9 GANANCIA DE LA RESISTENCIA CON LA EDAD**

Los concretos de alta resistencia muestran una ganancia de resistencia en edades tempranas si se compara con concretos de resistencias menores, pero en el largo plazo la diferencia no es significativa. Parrot <sup>48</sup> ha reportado relaciones típicas de 7 a 28 días de 0.8 a 0.9 para concretos de alta resistencia y de 0.7 a 0.72 para concretos de resistencias menores. Carrasquillo ha encontrado relaciones típicas de 7 a 95 días de 0.60 para bajas resistencias, 0.65 para resistencias medias, y 0.73 para concretos de alta resistencia<sup>49</sup>.

### **2.5.2.6 TECNICA ESTADISTICA DE VALIDACION DE RESULTADOS**

#### **2.5.2.6.1 CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

El contraste de hipótesis es una técnica de inferencia estadística. Como tal, trata de obtener conclusiones sobre una población (o varias) a partir de datos de una (o varias) muestras.

En pocas palabras, el contraste de hipótesis consiste en un proceso estadístico para comprobar si una afirmación sobre una propiedad poblacional puede sostenerse a la luz de los datos recogidos en una muestra. 50

---

<sup>47</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 81

<sup>48</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 81

<sup>49</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 81

<sup>50</sup>[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de Mayo del 2013.

También se le denomina test de hipótesis o prueba de significación.

#### 2.5.2.6.2 ¿QUÉ ES UNA HIPÓTESIS?

En Estadística, una hipótesis es una afirmación (matemáticamente, una **expresión lógica**) sobre parámetros o sobre la distribución de una población. El método de contraste de hipótesis tiene como objetivo rechazar o aceptar hipótesis, de acuerdo a técnicas estadísticas aplicadas sobre las muestras o las propiedades de la población disponibles.

Si la hipótesis es una afirmación sobre el valor de un parámetro estadístico de la variable aleatoria en estudio, tenemos un **test paramétrico**. En caso contrario se habla de **test no paramétrico**.<sup>51</sup>

Ejemplos

Una hipótesis sobre un parámetro puede ser la siguiente:

$H_0$ : La media de la población considerada es menor o igual que 45. En términos matemáticos.  $H_0 = \mu \leq 45$

Por el contrario, las hipótesis no paramétricas se refieren a propiedades de la distribución u otras afirmaciones relativas a una o más poblaciones. La siguiente es un ejemplo:

$H_0$ : la variable aleatoria considerada sigue una distribución normal. En términos matemáticos:

$$H_0: X \equiv N(\mu, \sigma)$$

#### 2.5.2.6.3 LA LÓGICA DEL CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Lo esencial del contraste de hipótesis es la comparación de la hipótesis estudiada con la evidencia obtenida de la muestra (o muestras). Se utilizan técnicas estadísticas para hacer esta comparación, llegando a dos situaciones:<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup>[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.

<sup>52</sup>[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.

- Si los datos de la muestra no contradicen la hipótesis, se sigue sosteniendo la hipótesis.
- Si los datos de la muestra contradicen la hipótesis, se rechaza ésta, y se sostiene la validez de la hipótesis contraria (o alternativa).

Desde el punto de vista del conocimiento (*epistemológico*), cuando los datos de la muestra no contradicen la hipótesis **no podemos afirmar con total garantía que la hipótesis es cierta**. Por ejemplo, podría suceder que tomásemos otra muestra y ésta segunda sí que entre en contradicción con la hipótesis. Por lo tanto, la hipótesis es siempre provisional.

Pero la cosa cambia si se mira de la otra forma. Si encontramos que la muestra contradice la hipótesis, podemos considerarla falsa (y por tanto es cierta la alternativa). No obstante, en ambos casos la "contradicción" que los datos pueden dar lugar respecto a la hipótesis es una cuestión de probabilidad. Por ello, la certeza en el contraste de hipótesis es siempre probabilista, y se basa en el concepto de nivel de significación.

#### 2.5.2.6.4 MÉTODO GENERAL

El **contraste de hipótesis** es una técnica o procedimiento que nos permite determinar si las muestras observadas difieren significativamente de la hipótesis planteada. Dependiendo de la magnitud de esa diferencia, se rechazará la hipótesis planteada o se considerará cierta.

Desde el punto de vista de la lógica científica, si damos por cierta la hipótesis tras el contraste, esta siempre es una certeza provisional, ya que siempre

cabe la posibilidad de que al observar otra muestra en el futuro, la diferencia sea tan grande como para rechazar la hipótesis que provisionalmente se había dado por válida.<sup>53</sup>

**Paso 1: Planteamiento de la hipótesis nula (y en consecuencia, de la alternativa)**

El contraste de hipótesis comienza por el planteamiento de la hipótesis nula, denominada  $H_0$

Una vez definida la hipótesis nula, se define la **hipótesis alternativa**, denominada  $H_1$ . Las dos hipótesis son complementarias (contrarias) y entre las dos deben cubrir todas las posibilidades. En otras palabras, si una de ellas es cierta, forzosamente la otra tiene que ser falsa

**Nota:** En la hipótesis nula  $H_0$  cuando se comprueban valores, siempre tiene que figurar la igualdad en la comparación, debido al tipo de técnica matemática utilizada, ya que es la afirmación concreta que se somete a contraste

**Ejemplos**

Siguiendo los ejemplos anteriores:

- $H_0 = \mu \leq 45$  entonces la alternativa será,  
 $H_1: \mu > 45$  ..... (1)
- Si,  
 $H_0: X \neq N(\mu, \sigma) \dots\dots\dots (2)$

**Paso 2: Prueba, contraste o test sobre la hipótesis nula**

Consiste en partir de las suposición de que la hipótesis nula es cierta, tomar y analizar las muestras y comparar si el resultado empírico de los datos es compatible o coherente o no con la hipótesis nula de partida.

---

<sup>53</sup> [http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.

Para ello se recurre a un **estadístico de contraste**. Un estadístico es siempre función de una muestra. Por ejemplo, si nuestra hipótesis es una afirmación sobre la media poblacional tal como  $H_0 = \mu \leq 45$ , entonces el estadístico de contraste que parece lógico utilizar es la media muestral  $\bar{x}$ . El estadístico de contraste debe poseer dos características:

- Proporciona información empírica relevante a la hipótesis nula.
- Posee una distribución muestral conocida.

Todo estadístico - como la media muestral - es en sí una variable aleatoria que sigue una determinada *distribución muestral*. Sobre esa distribución muestral se hará realmente el contraste.

#### 2.5.2.6.5 CONTRASTE SOBRE LA DISTRIBUCIÓN MUESTRAL

Para proceder al contraste se divide la distribución muestral en dos regiones:<sup>54</sup>

- Región de rechazo (crítica). Zona de valores del estadístico de contraste que están *tan alejados* de  $H_0$  que es muy poco probable que ocurren si ésta es verdadera.
- Región de aceptación. Resto de los valores, que se consideran próximos en cierto grado a  $H_0$ .

Para definir la región crítica, se utiliza un **nivel de significación**  $\alpha$  (que típicamente toma valores 0.10, 0.05 ó 0.01). Si la compatibilidad de la muestra con  $H_0$  es menor que  $\alpha$ , llegamos a una **contradicción**, y la conclusión es que la hipótesis de partida es falsa.

---

<sup>54</sup>[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.

2.5.2.6.6 TIPOS DE ERRORES EN EL CONTRASTE DE HIPÓTESIS

Todo contraste de hipótesis termina con una decisión de aceptar o rechazar  $H_0$ . Al tomar esa decisión, siempre se corre el riesgo de caer en el error, aunque la probabilidad de hacerlo sea pequeña. Es importante entender dos tipos de errores que pueden darse: <sup>55</sup>

- 1. Si se rechazó  $H_0$  y ésta es realmente cierta, se hizo por contraste utilizando un nivel de significación  $\alpha$ , es decir, la probabilidad de este error es  $\alpha$ . Este es un valor conocido en el propio test de hipótesis, y se denomina **error de tipo I**.
- 2. Si se aceptó  $H_0$  y ésta es realmente falsa, se hizo con una probabilidad que no conocemos por el propio contraste y que llamaremos  $\beta$ .

El error de tipo II depende de varios factores:  
La verdadera  $H_1$   
El valor de  $\alpha$ .  
El tamaño de la desviación típica de la distribución muestral (del estadístico de contraste).

Tabla N° 01: Tipos de errores en el contraste

	$H_0$ es cierta	$H_1$ es cierta
Aceptada $H_0$	No hay error	Error de tipo III
Aceptada $H_1$	Error de tipo I	No hay error

Fuente: Wikipedia

2.5.2.6.7 EL CONCEPTO DE P-VALOR

La probabilidad de cometer error de tipo I es el nivel de significación  $\alpha$  que es realmente un valor que el investigador establece de antemano.

<sup>55</sup>[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.



Para facilitar las comparaciones con posibles alternativas de niveles de significación, se introduce el concepto de **p-valor (valor crítico)** que se define como nivel de significación más pequeño al que una hipótesis nula puede ser rechazada.<sup>56</sup>

#### 2.5.2.6.8 DESVIACION ESTANDAR

La desviación estándar o desviación típica ( $\sigma$ ) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva.

Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

Se caracteriza por ser el estadígrafo de mayor uso en la actualidad. Se obtiene mediante la aplicación de la siguiente fórmula:<sup>57</sup>

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

S: desviación estándar

n: numero de ensayo de la serie

$x_i$ : resultados de resistencias de muestras de ensayos individuales

$\bar{x}$ : promedio de todos los ensayos individuales de una serie.

<sup>56</sup> [http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis). Actualizado el 12 de diciembre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013.

<sup>57</sup> CALDERÓN OTOYA, Carlos Enrique. Texto: Estadística para Estudiantes de Administración de Empresas de la Universidad Nacional del Callao, pág. 230.

**2.5.2.6.9 COEFICIENTE DE VARIACION**

En estadística el coeficiente de variación (de Pearson), es una medida de dispersión útil para comparar dispersiones a escalas distintas pues es una medida invariante ante cambios de escala. Sirve para comparar variables que están a distintas escalas pero que están correlacionadas estadísticamente y sustantivamente con un factor en común.

Es decir, ambas variables tienen una relación causal con ese factor. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar.<sup>58</sup>

$$V = \frac{S}{X} * 100\%$$

..... (4)

V: Coeficiente de variación

S: desviación estándar

X: media

**2.5.2.6.10 ANALISIS DE VARIANZA**

El análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student por dos motivos:

En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar

<sup>58</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_variaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_variaci%C3%B3n). Actualizado el 15 de octubre del 2008, visitado el 20 de mayo del 2013

aumentaría. En cada contraste se rechaza la  $H_0$  si la  $t$  supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad  $\alpha$ . Si se realizan  $m$  contrastes independientes, la probabilidad de que, en la hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor crítico es  $(1 - \alpha)^m$ , por lo tanto, la probabilidad de que alguno lo supere es  $1 - (1 - \alpha)^m$ , que para valores de  $\alpha$  próximos a 0 es aproximadamente igual a  $\alpha m$ . Una primera solución, denominada *método de Bonferroni*, consiste en bajar el valor de  $\alpha$ , usando en su lugar  $\alpha/m$ , aunque resulta un método muy conservador.<sup>59</sup>

Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el anova, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante.

#### 2.5.2.6.11 GRADO DE LIBERTAD

En estadística, **grados de libertad** es un estimador del número de categorías independientes en una prueba particular o experimento estadístico. Se encuentran mediante la fórmula  $n - r$ , donde  $n$ =número de sujetos en la muestra (también pueden ser representados por

---

<sup>59</sup> ABRAIRA SANTOS V. y PÉREZ DE VARGAS, Luque A. Métodos Multivariantes en Bioestadística, pág. 32

$k - r$ , donde  $k$ =número de grupos, cuando se realizan operaciones con grupos y no con sujetos individuales) y  $r$  es el número de sujetos o grupos estadísticamente dependientes.

Cuando se trata de eliminar los estadísticos con un conjunto de datos, los residuos -expresados en forma de vector- se encuentran habitualmente en un espacio de menor dimensión que aquél en el que se encontraban los datos originales. Los grados de libertad del error los determina, precisamente, el valor de esta menor dimensión.

Un ejemplo aclara el concepto. Supongamos que

$X_1, \dots, X_n$  son variables aleatorias, cada una de ellas con media  $\mu$ , y que

$$\bar{X}_n = \frac{X_1 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots (5)$$

es la "media muestral". Entonces las cantidades

$$X_i - \bar{X}_n$$

son los residuos, que pueden ser considerados estimaciones de los errores  $X_i - \mu$ . La suma de los residuos (a diferencia de la suma de los errores, que no es conocida) es necesariamente 0,

$$\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n) = \sum_{i=1}^n X_i - \sum_{i=1}^n \bar{X}_n = 0 \dots\dots\dots (6)$$

ya que existen variables con valores superiores e inferiores a la media muestral. Esto también significa que los residuos están restringidos a encontrarse en un espacio de dimensión  $n - 1$  (en este ejemplo, en el caso general a  $n - r$ ) ya que, si se conoce el valor de  $n - 1$  de estos residuos, la determinación del valor del residuo restante es inmediata. Así, se dice que "el

error tiene  $n - 1$  grados de libertad" (el error tiene  $n - r$  grados de libertad para el caso general).<sup>60</sup>

#### 2.5.2.6.12 SUMA DE CUADRADOS

Suma de cuadrados en el ANOVA de un factor o vía de efectos fijos. La variabilidad observada en los datos es debida a la naturaleza propia de las variables o medidas que analizamos, pero también es imputable a los niveles o tratamientos en el caso que afecten de manera desigual a la variable respuesta. El análisis de la varianza permite considerar herramientas (estadísticos) que separan la variabilidad debida al azar de la variabilidad imputable a los tratamientos o niveles. Estos estadísticos se definen a partir de las variables que configuran las  $N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$  observaciones

Por simplificar la notación supondremos que estamos ante un diseño balanceado o equilibrado, es decir  $n_1 = n_2 = \dots = n_k = n$ ; que es el recomendable, por otra parte, en tanto que es menos sensible a pequeñas desviaciones de la normalidad y de la homocedasticidad (los supuestos básicos del ANOVA). Una medida de la variabilidad total de los datos es la suma de cuadrados total, designada por SST:<sup>61</sup>

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$$

donde

$$\bar{Y}_{..} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \frac{Y_{ij}}{nk},$$

es decir la media muestral de todas las observaciones.

La suma de cuadrados total, en tanto que medida de variabilidad total, se descompone de la forma siguiente:

<sup>60</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Grados\\_de\\_libertad\\_%28estad%C3%ADstica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Grados_de_libertad_%28estad%C3%ADstica%29), actualizado el 12 de marzo del 2013, visitado el 20 de mayo del 2013

<sup>61</sup> [http://e-stadistica.bio.ucm.es/mod\\_anova/anova4.html](http://e-stadistica.bio.ucm.es/mod_anova/anova4.html). Actualizado el 20 de enero del 2010, visitado el 20 de mayo del 2013.

$SST = SSA + SSE$  , donde

$SSA = n \sum_{i=1}^k (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$  , suma de cuadrados de tratamientos,

$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$  , suma de cuadrados del error, y

$\bar{Y}_i = \sum_{j=1}^n \frac{Y_{ij}}{n}$  , media muestral de las datos del i-esimo nivel.

SA es una medida de la variabilidad entre las medias muestrales de las observaciones de cada tratamiento.

SSE es una medida de la variabilidad de las observaciones respecto a la media muestral a la que pertenecen.

### 2.5.2.6.13 CUADRADOS MEDIOS

Si  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$  es muestra obtenida bajo el tratamiento i-ésimo y se tienen muestras para  $a$  tratamientos, entonces, si  $\sigma^2$  representa la varianza de la distribución bajo cualquier tratamiento, se llamará Cuadrado Medio Dentro (CMD) al promedio ponderado de las  $a$  varianzas estimadas en cada tratamiento.<sup>62</sup>

$$CMD = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + \dots + (n_a - 1)S_a^2}{(n_1 - 1) + \dots + (n_a - 1)} \dots\dots\dots (7)$$

Se puede probar que el Cuadrado Medio Dentro es un estimador insesgado de  $\sigma^2$ , es decir  $E(CMD) = \sigma^2$

El nombre Cuadrado Medio Dentro proviene del hecho que es un promedio de magnitudes cuadráticas. Este ofrece una medida de la variabilidad promedio que hay dentro de cada tratamiento y mide la variabilidad de unidades experimentales tratadas de la misma forma (error experimental), por ello también se suele llamar cuadrado medio del error.

---

<sup>62</sup> DI RIENZO, Julio Alejandro. Estadística para las Ciencias Agropecuarias, pág. 181

## **2.5.2.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA**

### **2.5.2.7.1 VENTAJAS**

Rivva <sup>63</sup> precisa que las ventajas son los siguientes:

- Ideal para reducir las dimensiones de elementos verticales y horizontales, lo que se traduce es más área de servicio y un menor peso de los edificios estructuras.
- Alta resistencia a la edad temprana y final.
- Mayor durabilidad, especialmente en estructuras expuestas a la acción del mar.
- Gran resistencia a la tracción, apropiada a la construcción de vigas pretensadas.
- Elementos más esbeltos, permitiendo mayor área de servicio.
- Gran resistencia a compresión por unidad de peso, volumen o costo; importante para la construcción de pilares y columnas en edificios de altura.
- Mejora en la protección a la corrosión del acero de refuerzo.
- Mayor aptitud para su transporte por bombas para las mismas distancias que los concretos tradicionales
- Al obtener mayor resistencia a la compresión del concreto se obtiene un mayor módulo de elasticidad pues ambos están relacionados.
- Muy alta fluidez que hace posible su colocación aún en zonas congestionadas de acero de refuerzo.
- Usado en losas permite remoción temprana del encofrado y eliminación del reapuntalamiento.

---

<sup>63</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 28

- Requiere menos mano de obra de infraestructura en puentes de grandes luces.
- La estructura tiene un menor costo en comparación con otras elaboradas con acero.

#### **2.5.2.7.2 DESVENTAJAS**

Así mismo Rivva<sup>64</sup> menciona las desventajas siguientes:

- Necesidad de materiales y componentes de alta calidad
- Control de calidad muy exigente.
- Riguroso cuidado en el curado porque posee relaciones agua/cemento bajas.
- Rotura frágil.
- Personal profesional y operarios de altas calificaciones
- Supervisión permanente.

### **2.5.3 MARCO CONCEPTUAL: TERMINOLOGIA BASICA**

#### **2.5.3.1 Concreto de Alta Resistencia**

El A.C.I. 214.14, define a un concreto de alta resistencia como aquel que alcanza una resistencia igual o superior a los 500 kg/cm<sup>2</sup> a los 2 días, usualmente estos concretos son considerados como de alto desempeño, sin embargo para cumplir esta condición deben pasar además otras características como son una adecuada trabajabilidad y durabilidad.

#### **2.5.3.2 Cemento**

Cemento es cualquier material aglomerante, aglutinante capaz de unir fragmentos de propiedades físicas diferentes. Entre estos tenemos a las calizas naturales calcinadas<sup>65</sup>.

#### **2.5.3.3 Cemento Portland**

Producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros

<sup>64</sup>RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 29

<sup>65</sup><http://civilgeeks.com/2009/12/30/cemento-aditivos-agregados>. Actualizado el 02 de octubre del 2012, visitado el 20 de mayo del 2013.



materiales minerales, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida<sup>66</sup>.

#### **2.5.3.4 Agua**

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido<sup>67</sup>.

#### **2.5.3.5 Concreto**

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos<sup>68</sup>.

#### **2.5.3.6 Agregado**

En general los agregados, tanto finos como gruesos, deben cumplir como mínimo los requerimientos de las Normas respectivas NTP 40037 (AST-MCI11), las características que más coinciden en los concretos de alta resistencia y con los que debemos ser muy exigentes son la granulometría y la calidad propia del agregado (caso del agregado grueso básicamente)<sup>69</sup>.

#### **2.5.3.7 Aditivo**

Compuesto químico que se agrega al concreto al momento del mezclado, para mejorar sus características y cualidades<sup>70</sup>.

#### **2.5.3.8 Humo de sílice**

Es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo, de elevada pureza, con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio. Se utiliza como adiciones para hormigón de alta resistencia<sup>71</sup>.

#### **2.5.3.9 Microsílice**

Se define como una sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de fabricación de silicio metálico o ferro silicio<sup>72</sup>

---

<sup>66</sup> ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del Concreto, pág. 15

<sup>67</sup> ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del Concreto, pág. 21

<sup>68</sup> REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES,

<sup>69</sup> REVISTA: EL INGENIERO CIVIL N° 118-NOV-DIC-2010, PAG. 31 ING. ANA BIONDI

<sup>70</sup> MORATAYA CÓRDOVA, Carlos Eduardo, Concreto de Alta Resistencia, pág. 14

<sup>71</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Humo\\_de\\_silice](http://es.wikipedia.org/wiki/Humo_de_silice). Actualizado el 25 de agosto del 2012, visitado el 20 de mayo del 2013.

<sup>72</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 24

#### **2.5.3.10 Superplastificante**

Son aditivos derivados de los formaldeídos melanina o naftaleno que tienen la propiedad de darle a la mezcla una gran plasticidad al liberar el agua sujeta a los otros materiales integrantes de ella <sup>73</sup>.

#### **2.5.3.11 Granulometría**

Se define por granulometría la composición del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta característica se mide de forma indirecta haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices o cedazos de diferentes aberturas calibradas, que son ordenados de mayor a menor abertura <sup>74</sup>.

#### **2.5.3.12 Exudación**

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado <sup>75</sup>.

#### **2.5.3.13 Segregación**

Propiedad del concreto fresco, implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero <sup>76</sup>.

#### **2.5.3.14 Fraguado**

El fraguado es el proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad del hormigón (o mortero de cemento), producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento <sup>77</sup>.

---

<sup>73</sup> RIVVA LOPEZ, Enrique, Concreto de Alta Resistencia, pág. 23

<sup>74</sup> PINEDA G. Elsi C. Estudio De La Influencia De Las Propiedades Físicas Del Agregado Grueso, pág. 40

<sup>75</sup> ABANTO CASTILLO, Flavio, Tecnología del Concreto pág. 54

<sup>76</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel E. Tecnología del Concreto, pág. 20

<sup>77</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Fraguado>. Actualizado el 28 de abril del 2013, visitado el 20 de mayo del 2013.

#### **2.5.3.15 Curado**

Es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento)<sup>78</sup>.

#### **2.5.3.16 Absorción**

La absorción es la cantidad de agua que puede absorber un agregado, expresado en porcentaje<sup>79</sup>.

#### **2.5.3.17 Trabajabilidad**

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones<sup>80</sup>.

#### **2.5.3.18 Peso Unitario**

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de un concreto. Se expresa en  $\text{kg/m}^3$ .<sup>81</sup>

### **2.5.4 MARCO HISTÓRICO**

El desarrollo de los denominados “concretos de alta resistencia” ha sido gradual a lo largo de las diferentes épocas y etapas de la evolución del concreto. Como ésta continua, la definición de alta resistencia se ha ido modificando.

Así, en la década de los 50, los concretos con una resistencia en compresión de  $350 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días eran considerados como de alta resistencia. En la década de los 60 se empleó comercialmente, en Estados Unidos y Japón, concretos con resistencias a la compresión de  $500 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días.

En la década de los 70 ya se utilizan en forma comercial concretos del orden de  $600 \text{ Kg/cm}^2$  como resistencia a la compresión a los 28 días. Para

---

<sup>78</sup> ABANTO CASTILLO, Flavio, Tecnología del Concreto pág. 235

<sup>79</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel E. Tecnología del Concreto, pág. 11

<sup>80</sup> ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del Concreto. pág. 47

<sup>81</sup> AYBAR DE LA TORRE, Miguel E. Tecnología del Concreto, pág. 24

el año 2,000 ya se utiliza para concretos vaciados en sitio concretos con resistencias en compresión a los 54 días del orden de 1400 Kg/cm<sup>2</sup>.

Por muchos años, concretos con resistencias en compresión en exceso de 400 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días son disponible sólo en muy pocas localidades. Lentamente pero en forma continua se va ampliando el valor de la resistencia y se incrementa la aplicación de los llamados “concretos de alta resistencia” y, en la actualidad, se utilizan en muchas partes del mundo .En el Perú ya se producen a nivel de laboratorio concretos con resistencias de 1200 Kg/cm<sup>2</sup> a los 54 días y, en obra, normalmente concretos de más de 700 Kg/cm<sup>2</sup>.

Este crecimiento ha sido posible como resultado del notable desarrollo de la tecnología de los materiales, especialmente adiciones y aditivos, y de las investigaciones del laboratorio orientadas a satisfacer la demanda de los profesionales por concretos de resistencias cada vez mayores. La construcción de muchas importantes edificaciones, tales como el Chicago Water Tower Place, o el puente East Huntington, no hubiese sido posible sin la disponibilidad de concretos de alta resistencia.

Desde que el concepto de concretos de alta resistencia ha ido cambiando con los años, el Comité 363 del American Concrete Instituto se ha visto en la necesidad de definir los límites dentro de los cuales se puede considerar a un concreto con el criterio de alta resistencia.

Sin embargo la realidad ha sobrepasado a la definición y la oficial de 1992 ha quedado obsoleta muy rápidamente a la definición. La definición actual dice **“El área de trabajo del Comité 363 “Altas Resistencias” se referirá a concretos cuya resistencia en compresión de diseño especificada es mayor de 400 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, no incluyéndose en esta definición los concretos preparados empleando materiales o técnicas exóticos”**.

El Comité indica que la palabra “exótico” ha sido incluida en la definición dado que no es función del Comité tratar aspectos referentes a concretos

impregnados con polímeros; concretos epóxicos; o concretos preparados con agregados artificiales normales o pesados.

Siempre debe recordarse que la definición de “alta resistencia” varía sobre una base geográfica y de desarrollo tecnológico. Así, en aquellas regiones en las que el concreto con una resistencia a la compresión de  $600 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días ya está siendo producido comercialmente, los concretos de alta resistencia estarán en el rango de 800 a  $1000 \text{ Kg/cm}^2$ .

En cambio, en regiones en las que el límite superior del material comercialmente disponible es normalmente de  $350 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días, un concreto de  $600 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días deberá ser considerado de alta resistencia.

## **2.6 HIPOTESIS A DEMOSTRAR**

Se obtiene un concreto de alta resistencia  $f'_c = 480 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregados de la cantera Shapaja, margen izquierda del río Huallaga mediante un diseño patrón y patrón con aditivos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1 RECURSOS HUMANOS**

Para este presente trabajo de investigación se contó con la colaboración del siguiente personal:

- a) **El Asesor:** Es el que orienta y coordina el desarrollo de la metodología de la investigación de este trabajo para llegar a los objetivos planteados
- b) **El Tesista:** Es el encargado de desarrollar el trabajo de investigación manejando todos los procesos que intervienen en el desarrollo; coordinando constantemente con el asesor y el personal del laboratorio para llegar a la conclusión de los objetivos trazados.
- c) **El Técnico de Laboratorio:** Es el que realiza las pruebas de los materiales a utilizar así como también interviene en coordinación con el Tesista en el diseño de mezclas de acuerdo al objetivo planteado para luego continuar con los demás procesos el proceso preparación de curado y finalmente, concluir con las pruebas de rotura en el laboratorio que son la evaluación final de la resistencia.
- d) **El Jefe de Laboratorio:** Es la persona responsable del Laboratorio de Ensayo de Materiales el cual interviene en todo el proceso de pruebas y diseño y diagnostico final certificando así todas las pruebas realizadas por el Tesista.

##### **3.1.2 RECURSOS MATERIALES**

Para este trabajo de Tesis se utilizaron los siguientes materiales:

- a) **El Agregado Grueso y Fino:**  
Tanto el agregado grueso como el agregado fino se extrajeron de la cantera Shapaja sector rio Huallaga que por su naturaleza, tienen

mayor resistencia al desgaste, intemperismo, a la meteorización y a los esfuerzos mecánicos.

Los agregados grueso y fino de las canteras del río Huallaga como agregado grueso y agregado fino son aptas para la utilización en pavimentos y concretos por su alta resistencia y dureza.

Se consideró utilizar los tamaños máximos nominales de 3/4", 1/2" y 3/8" del agregado grueso para el respectivo diseño y para el agregado fino un módulo de finura de 2.8.

**b) El Cemento:**

Considerando que el cemento que se utiliza en nuestro medio y en todo el Departamento de San Martín es el Cemento Pacasmayo, y que por su disponibilidad y costo ha copado el mercado con relación a otras marcas que se fabrican en el Perú, se optó el uso de éste producto.

El "Cemento Pacasmayo Tipo I" de polvo gris verdusco, producto obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso se vende en bolsas de 42.5 kg de capacidad. El peso específico considerado en la tesis para el cemento es de 3.11 kg /cm<sup>3</sup>. La planta Cementos Pacasmayo se ciñe a las normas técnicas ASTM C-150 y Norma Técnica Peruana 334.009 (NTP 334.009).

**c) Súper plastificante:**

Para la presente investigación se usó el superplastificante Chema Superplast, este aditivo es un reductor de agua de alto rango.

***Descripción:***

Es un producto líquido, color marrón oscuro, compuesto por resinas sintéticas, reductor de agua y fluidificante de alto rango. Permite reducir hasta 35% de agua del diseño de mezcla normal. Producto adecuado a la norma ASTM 494 C.

***Propiedades:***

CHEMA SUPER PLAST puede ser utilizado como reductor de agua o superfluidificante.

Permite mantener por un tiempo prolongado la trabajabilidad.

Alta reducción de la proporción agua cemento sin alterar la trabajabilidad del concreto.

**Reduce la exudación.**

Aumento de las resistencias mecánicas y la durabilidad.

Chema Superplast le confiere al concreto un acabado de muy buena calidad y permite llenar formas complicadas con mucha armadura de acero.

Mejora las características del concreto bombeado, reduciendo las presiones de bombeo.

**d) El Microsilice:**

Adición en polvo fino gris oscuro, fabricado en base a microsilice, que permite aumentar la resistencia química y mecánica de concretos y morteros. Para esta Tesis se utilizó el microsilice RHEOMAC SF 100

**Descripción:**

Es un aditivo mineral de microsilice compactada en polvo formulado para producir concreto o mortero extremadamente fuerte y durable con características especiales de desempeño. Maximiza la vida de uso del concreto proporcionando una resistencia superior al ataque de elementos ambientales dañinos. Cumple con los requerimientos de la especificación ASTM C 1240 "Especificación Estándar para Microsilice usada en Concreto y Mortero para Cemento Hidráulico"

Proyectos que requieran un **concreto de alta resistencia**, alto desempeño para reducir el tamaño del elemento, incrementar la longitud del tramo, mejorar los costos estructurales y cumplir otros requerimientos estructurales de alto desempeño.

### **3.1.3 RECURSO DE EQUIPOS**

**a) Recipiente para medidas de Peso Unitario**

Los recipientes para medida de Peso Unitario han sido diseñados de acuerdo con las especificaciones ASTM (ASTM C-29), para determinar el peso con respecto al volumen de muestras concreto, para este caso se utilizó el modelo CT-13 de capacidad 1/10 pie cubico para el



agregado fino, y el modelo CT-14 de capacidad 1/3 pie cubico para el agregado grueso.

**b) Balanza Digital para determinar la Humedad:**

Esta balanza ha sido diseñada para determinar rápida y automáticamente el contenido de humedad de los suelos, soluciones acuosas y otros materiales, es de la serie L-789 con capacidad de 200 gr., con lecturas de 0.1 gramo.

**c) Mezcladora de Concreto de Laboratorio:**

La mezcladora de concreto de laboratorio está diseñada para eliminar el fastidioso trabajo de tener que mezclar a mano el concreto en las pruebas utilizadas en el diseño de mezclas haciendo este diseño más uniforme en el mezclado de los componentes, y además de un funcionamiento suave, silencioso y de fácil manejo.

**d) Refrentador de Cilindros de 152mm (6")**

El refrentador de cilindros de concreto simplifica el proceso de refrentado, asegurando las superficies planas y ángulos rectos con respecto al eje del cilindro, cumplen con las Normas de Ensayo (ASTM C-617, AASHTO T-231).

**e) Moldes Cilíndricos de Plástico:**

Los moldes cilíndricos de plástico se utilizan para formar cilindros de concreto estándar de 6"x12" para los ensayos de compresión. Los moldes están fabricados en una sola pieza de polipropileno y cumplen con todos los requisitos establecidos por las normas ASTM y AASHTO (ASTM C-39, C-192, C-470; AASHTO M-205.).

**f) Cono de Asentamiento de Abrams, Placa Base y varilla compactadora:**

Todos estos equipos en su conjunto han sido creados para determinar el asentamiento cuando se hace el diseño de mezclas, esto con el fin de determinar si la mezcla es trabajable o no para su transporte y colocación en obra, también estos cumplen con los requisitos

implantados por la Norma ASTM Y AASHTO (ASTM C-143, C-192; AASHTO T-23, T-119, T-126).

**g) Cono de Absorción de Arena y Pisón:**

El cono de Absorción de arena y Pisón se utilizan para verificar la humedad superficial de la arena mediante la cohesión de partículas y cumplen con las Normas de Ensayo (ASTM C-128: AASHTO T-84).

**h) Máquina de Abrasión de los Ángeles**

Esta máquina está diseñada de acuerdo con las especificaciones ASTM C-131, C-535; AASHTO T-96. Este ensayo cubre el procedimiento de ensayo para rocas trituradas escorias y grava triturada en lo referente a su resistencia al desgaste utilizando esta máquina de abrasión de los Ángeles con una carga abrasiva, puede utilizarse asimismo para determinar los límites de abrasión.

**i) Tamizador**

El tamizador tiene función de realizar el movimiento vertical mediante las varillas provistas de resortes, realiza una acción de sacudida de manera distribuida en cada cambio de dirección debido a que los soportes el tamiz se mueve de un lado a otro. Esta acción de sacudida y distribución permite una separación apropiada de todos los materiales que se mueven rápidamente a través de las mallas del tamiz, reduciendo considerablemente el tiempo del ensayo.

**j) Los Tamices**

Estos realizan la separación granulométrica tanto del agregado fino como del agregado grueso, seleccionando los granos en diferentes diámetros en cada uno de los tamices para su respectiva clasificación. Asegura un flujo suave e interrumpido de los materiales a través del tamiz. Están diseñadas según la norma ASTM E-11.

**k) Balanza Electrónica de Precisión Estándar**

Esta especialmente adecuada para el pesado en gramos únicamente de muestras.

**l) Balanza Electrónica de Precisión Especiales**

Para aplicaciones de pesados que requieran una alta precisión con capacidad de hasta 30 kg. Esta balanza está incorporada con una plataforma de gran tamaño de acero inoxidable para aplicaciones de pesado de materiales voluminosos.

**m) Bandejas y Recipientes de Mezclado**

Sirven para almacenar, pesar o saturar muestras.

**n) Mazo de Goma**

Esta herramienta es para ser utilizado en la preparación de probetas de concreto, ya que permite mediante golpes eliminar la mayor cantidad e vacíos en la muestra.

**o) Prensa para Romper Probetas**

Esta prensa nos determina la resistencia final del concreto obtenida a través del diseño de mezcla.

### **3.1.4 OTROS RECURSOS**

En la elaboración del presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos de gabinete:

**a) Material Bibliográfico:** Libros de especialidad referente al tema y contemplado en el Marco Teórico.

**b) Material de Escritorio:** CD-R, CD-RW, USB, tinta para impresora, lapiceros, lápices, papel A-4, etc.

**c) Software de Cómputo:** Microsoft Office (Word, Excel, Visio y Power Point.

Internet: En la Red se encontró información actualizada.

Hardware : Computadora Intel Core 2Duo

Impresora : HP Deskjet D1500 series

Fotocopiadora: Cannon PC1210D.

## **3.2. METODOLOGIA**

Se presentan todos los métodos y procedimientos a utilizar en el desarrollo de la presente investigación, empezando en primer lugar con la adquisición de los agregados (grueso y fino), para cuantificar y evaluar las características físicas y propiedades en el laboratorio, luego con los datos obtenidos aplicar el método de dosificación de concreto y posteriormente para evaluar la calidad del concreto en estado fresco y endurecido. A continuación se describe cada uno de éstos métodos

### **3.2.1 Descripción de Ensayos de los Agregados.**

La cuantificación de las propiedades del agregado, toma importancia porque son utilizados en los cálculos para el proporcionamiento de mezclas de concreto y en los aspectos que el diseñador debe considerar para la exposición que tendrá el concreto fabricado con los agregados durante la vida útil de la estructura. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante ensayos a nivel de laboratorio. El desarrollo de estos ensayos se realizó en el laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de San Martín (UNSM), y se basó en el procedimiento que establece la norma ASTM C 33 y las Normas Técnicas Peruanas (NTP) correspondientes

#### **a) Peso Específico del Agregado Fino (NTP 400.022)**

Esta norma establece un método de ensayo para determinar el peso específico de la masa, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción (después de saturarse 24 horas en el agua) del agregado fino.

Aparatos:

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gramos o menos y con capacidad de 1 Kg a más.
- Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta 0.10 cm<sup>3</sup> a 20°C.
- Molde cónico metálico de 40 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm de altura.
- Barra compactadora de metal de 340 gramos +- 15 gramos de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm. +- 3 mm de diámetro.

- Estufa capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Termómetro con aproximación de  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

**a.1) Preparación de la Muestra:**

Se coloca aproximadamente 1000 gramos del agregado fino, obtenido del agregado que se desea ensayar por el método del cuarteo, en un envase adecuado. Después de secarlo a peso constante a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ . Se cubre la muestra con agua y se deja en reposo durante 24 horas.

Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia para garantizar un secado uniforme. Se continúa esta operación hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí. Luego se coloca el agregado fino en forma suelta en un molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con el pisón de metal y se levanta el molde verticalmente.

Si existe humedad libre, el cono del agregado fino mantendrá su forma. Se sigue secando, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto indica que el agregado fino ha alcanzado una condición superficialmente seca.

**a.2) Procedimiento:**

Se introduce de inmediato el frasco una muestra de 500 gramos del material en condición saturado superficialmente seco, se llena de agua hasta alcanzar casi la marca de  $500\text{ cm}^3$ . A una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Luego se hace rodar el frasco sobre una superficie plana para eliminar todas las burbujas de aire, después del cual se coloca en un baño a temperatura constante de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Después de aproximadamente 1 hora se llena con agua hasta la marca de  $500\text{ cm}^3$ , y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.10 gramos. Se saca el

agregado fino del frasco se seca hasta peso constante a una temperatura de 100°C a 110°C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante media hora a una hora y media, y se pesa.

### a.3) Expresión de Resultados:

Peso Específico de Masa:

$$Pe = W_o / (V - V_a) \dots\dots\dots (8)$$

En donde:

Pe = Peso Específico de Masa.

W<sub>o</sub> = Peso en el aire de la muestra secada al horno, expresada en gramos.

V = Volumen del frasco en centímetros cúbicos.

V<sub>a</sub> = Peso en gramos o Volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida al frasco.

Peso Específico Aparente:

$$Pe,a = W_o / (V - V_a) - (500 - W_o) \dots\dots\dots (9)$$

Pe,a = Peso Específico Aparente.

Peso Específico de Masa Saturado con Superficie Seca:

$$Pe,s = 500 / (V - V_a) \dots\dots\dots (10)$$

Pe,s = Peso Específico de masa del material saturado superficialmente seco

**Absorción:**

$$Ab = (500 - W_o) / (W_o) * 100 \dots\dots\dots (11)$$

Ab = Porcentaje de Absorción

Precisión de los Resultados:

Determinaciones por partida doble no deben diferir en +- 0.01 en el caso del peso específico y +- 0.1 en el caso del porcentaje de absorción; de no cumplirse esta condición los ensayos deberán realizarse nuevamente.

**b) Peso Específico del Agregado Grueso (NTP 400.021)**

Esta Norma establece un método de ensayo para determinar el peso específico de masa, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción (después de saturarse 24 horas en agua) del agregado grueso.

Aparatos:

- Balanza con una capacidad de 5 Kg. O más y con sensibilidad de 0.5 gr. O menos.
- Cesta de malla de alambre, con abertura correspondiente al tamiz 3 mm (N° 6), o menor, o un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4000 cm<sup>3</sup> a 7000 cm<sup>3</sup>.
- Envase adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Estufa, capaz de mantener una temperatura de 110°C +/- 5°C.
- Termómetro, con aproximación de 0.5°C.

**b.1) Muestra de Ensayo:**

Se seleccionará por el método del cuarteo, aproximadamente 5 Kg del agregado que se desea ensayar, rechazando todo material que pase el tamiz 4.75 mm. (N°4).

**b.2) Procedimiento:**

Después de un lavado completo para eliminar el polvo u otras impurezas superficiales de las partículas, se seca la muestra hasta peso constante a una temperatura de 100°C a 110°C y luego se sumerge en agua por un periodo de 24 horas +/- 4 horas.

Se saca la muestra del agua y se hace rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún aparezca húmeda. Se secan separadamente los fragmentos más grandes.

Se tiene cuidado en evitar la evaporación durante la operación de secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición saturada superficialmente seco. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 gramos.

Después de pesar en condición SSS (Saturado Superficialmente Seco), se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso sumergido en agua a temperatura de 23°C a +- 2 °C.

Se seca la muestra hasta peso constante, a una temperatura de 100°C a 110°C y se deja enfriar hasta temperatura ambiente, durante 1 hora a 3 horas y se pesa.

Expresión de los Resultados:

Peso Específico de Masa:

$$Pe= A / (B - C)..... (12)$$

En donde:

- Pe= Peso Específico de Masa.
- A = Peso en el aire en gramos, de la muestra secada al horno.
- B = Peso en el aire en gramos, de la muestra saturada con superficie seca.
- C = Peso en gramos, de la muestra sumergida en agua.

Peso Específico Aparente:

$$Pe,a= A / (A - C)..... (13)$$

Peso Específico de Masa saturada con superficie seca:

$$Psss=B / (B - C)..... (14)$$

Absorción:

$$Abs. = [ (B - A) / A ] * 100..... (15)$$

Precisión de Resultados: Determinaciones por partida doble no deben diferir en +- 0.01 en el caso del peso específico y +- 0.1 en el caso del porcentaje de absorción; de no cumplirse esta condición los ensayos deberán realizarse nuevamente.



### **c) Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso (NTP 400.012)**

Esta norma técnica peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaños de partículas del agregado fino y agregado grueso por tamizado.

**Aparatos:**

- **Balanzas:** Las balanzas utilizadas en el ensayo del agregado fino y agregado grueso deberán tener la siguiente exactitud y aproximación.

Para agregado fino, con aproximación de 0.1 gr. y exacta a 0.1 gr. ó 0.1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

Para el agregado grueso, con aproximación y exacta a 0.5 gr. ó 0.01% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

- **Tamices:** Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.
- **Agitador Mecánico de Tamices:** Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o un movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. El tiempo de tamizado se recomienda en 10 minutos.
- **Horno:** Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### **c.1) Muestreo:**

Tomar muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010. El tamaño de la muestra de campo deberá ser la cantidad indicada

en la NTP 400.010 ó cuatro veces la cantidad requerida en el cuadro que se presenta para el agregado grueso.

- Agregado Fino: La cantidad de la muestra de ensayo, luego de secado será de 300 gramos mínimo.
- Agregado Grueso: La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla N 02: Cantidad mínima de muestra de ensayo para agregado grueso

Tamaño Max. Nominal mm (pulgadas)	Cantidad de la muestra de ensayo Mínimo
9.5 (3/8)	1
12.5 (1/2)	2
19 (3/4)	5
25 (1)	10
37.5 (1 ½)	15
50 (2)	20
63 (2 ½)	35

Fuente: José Luis Gonzales García

### c.2) Procedimiento:

Secar la muestra a peso constante a una temperatura de 110°C +- 5°C. Se seleccionan tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material al ser ensayado. El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal que como el módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un periodo suficiente aproximadamente 10 minutos. Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación del tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4.75 mm. La cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7kg/cm<sup>2</sup> de área superficial de tamizado. Para tamices

con abertura de 4.75 mm. y mayores, la cantidad requerida en Kg no deberá sobrepasar el producto de  $2.5 \times$  (abertura del tamiz en mm.  $\times$  (área efectiva del tamizado,  $m^2$ ).

### **c.3) Cálculo:**

Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximadamente al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra. Si la misma muestra fue ensayada por el método de ensayo que se describe en la NTP 400.018, incluir la masa del material más fino que la malla (N° 200) calculada por el método del lavado y utilizar el total de la masa de la muestra seca previa al lavado descrito en el método de ensayo de la NTP 400.018, como base para calcular todos los porcentajes.

Cuando se requiera calcular el módulo de finura global, se hará sumando el porcentaje acumulado retenido del material de cada uno de los siguientes tamices: (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: (N°100), (N°50), (N°30), (N°16), (N°8), (N°4), (3/8), (3/4), (1 1/2), y mayores; incrementando en la proporción 2 a 1.

### **c.4) Reporte:**

Dependiendo de las especificaciones para el uso del material, el reporte incluirá lo siguiente:

- Porcentaje total que pasa cada tamiz.
- Porcentaje total retenido en cada tamiz.
- Porcentaje retenido entre tamices consecutivos.
- Reportar el módulo de fineza cuando se solicite, al 0.01.

### **d) Peso Unitario del Agregado (NTP 400.017)**

Este método de ensayo cubre la determinación de peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

**Aparatos:**

- **Balanza:** Una balanza con aproximación a 0.05 Kg, y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- **Barra Compactadora:** Recta, de acero liso de 16 mm. (5/8) de diámetro y aproximadamente 60 cm. de longitud y terminada en punta semiesférica.
- **Recipientes de Medida:** Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas, estancos con tapas y fondo firme y parejo, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígidas para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor del 150% del diámetro.
- **Pala de Mano:** Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.
- **Equipo de Calibración:** Una plancha de vidrio de por lo menos 6 mm. (1/4") de espesor y 25 mm. (1") mayor del diámetro del recipiente a calibrar.

Secar el agregado a peso constante en un horno preferiblemente a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

**d.1) Selección del Procedimiento:**

El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto se usará sólo cuando sea indicado específicamente. De otro modo, el peso unitario compactado será determinado por el procedimiento de apisonado para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm (1 ½) o menos.

**d.2) Procedimiento:**

**Peso Unitario Seco Compactado:**

Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa con la barra

compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y nuevamente se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las dos últimas capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente. Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0.5 Kg.

Peso Unitario Seco Suelto:

El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de (2") por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla.

Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0.05 Kg.

**d.3) Cálculos:**

Peso unitario.- El cálculo del peso unitario compactado o suelto, es como sigue:

$M = (G - T) / V \dots\dots\dots (16)$

$M=(G-T)*F\dots\dots\dots(17)$

Dónde:

M = Peso unitario del agregado en Kg/m<sup>3</sup>.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg.

T = Peso del recipiente de medida en Kg.

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup>.

F = Factor de la medida en  $m^{-3}$ .

El peso unitario determinado por éste método de ensayo es para agregados en la condición seco. Si se desea calcular el peso unitario en la condición saturado con superficie seca (sss), se utiliza la siguiente expresión:

$$M_{sss} = M[1 + (A/100)] \dots \dots \dots (18)$$

Dónde:

$M_{sss}$  = Peso unitario en la condición saturado superficialmente seco, en  $kg/m^3$ .

A = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 o NTP 400.022.

**d.4) Contenido de Vacíos:**

$$\% \text{ Vacíos} = 100[(S \cdot W) - M] / (S \cdot W) \dots \dots \dots (19)$$

Dónde:

M = Peso unitario del agregado en  $Kg/m^3$ .

S = Peso específico de masa (base seca).

W = Densidad del agua,  $998 \text{ Kg/m}^3$ .

**d.5) Precisión agregado grueso (Peso Unitario):**

Para un solo operador la desviación típica ha sido establecida en  $14 \text{ kg/m}^3$ . Luego los resultados de dos ensayos realizados por un solo operador con el mismo material no diferirán en más de  $80 \text{ Kg/m}^3$ .

Estos índices de precisión, desviación típica, han sido establecidos para peso normal y de tamaño máximo nominal de (1"), utilizando un recipiente de medida de  $\frac{1}{2} \text{ pie}^3$  de capacidad.

**d.6) Precisión agregado fino (Peso Unitario):**

Precisión para un solo operador la desviación típica ha sido establecida en  $14 \text{ Kg/m}^3$ . Luego el resultado de dos ensayos realizados por un solo operador con un mismo material no diferirá en más de  $40 \text{ Kg/m}^3$ .

Estos índices de precisión y desviación típica han sido establecidos para peso unitario suelto, utilizando un recipiente de medida de 1/10 pie<sup>3</sup> de capacidad.

Tabla N° 03: Capacidad de Medida

TMN del Agregado		Capacidad de la Medida	
mm	Pulg.	L(m³)	P³
12.5	1/2	2.8(0.0028)	1/10
25	1	9.3(0.0093)	1/3
37	1 1/2	14(0.014)	1/2
75	3	28(0.028)	1
112	4 1/2	70(0.070)	2 1/2
150	6	100(0.100)	3 1/2

Fuente: José Luis Gonzales García

Tabla N° 04: Requisitos para los Recipientes de Medida.

ESPESOR MINIMO DEL METAL			
Capacidad de Medida	Fondo	Sobre 1 ½" de Pared	Espesor adicional
Menos de 0.4 pie³	0.2 pulg	0.10 pulg	0.10 pulg
De 0.4 p³ a 1.5 p³, incluido	0.2 pulg	0.20 pulg	0.12 pulg
Sobre 1.5 p³ a 2.8p³, incluido	0.4 pulg	0.25 pulg	0.15 pulg
Sobre 2.8 p³ a 4 p³, incluido	0.5 pulg	0.30 pulg	0.20 pulg
Menos de 11 L, incluido	5 mm	2.5 mm	2.5 mm
Sobre 2.8 p³ a 4 p³, incluido	10 mm	6.4 mm	3.8 mm
Sobre 2.8 p³ a 4 p³, incluido	13 mm	7.6 mm	5 mm

Fuente: José Luis Gonzales García

Tabla Nª 05 Densidad del Agua

Temperatura		Kg/m³	Lb/pie³
C	F		
15.6	60	999.01	62.366
18.3	65	998.54	62.336
21.1	70	997.97	62.301
23	73.4	997.54	62.274
23.9	75	997.32	62.261
26.7	80	996.59	62.216
29.4	85	995.83	62.166

Fuente: José Luis Gonzales García

**e) Material que pasa la malla N° 200 (NTP 339.132)**

Este ensayo describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 en un agregado. Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz N° 200, tales como: Arcilla, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

**Aparatos:**

- Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- Dos tamices, siendo el menor de (N° 200), y el otro (N° 16).
- Recipientes.
- Estufa, de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110 +/- 5° C.

**e.1) Muestra de Ensayo:**

Tómese la muestra del agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la NTP (400.01). Redúzcase la muestra por cuarteo, hasta un tamaño suficiente, de acuerdo con el tamaño máximo del material, si va a ser sometida a tamizado en seco. En caso contrario, la muestra no será menor que la indicada en la tabla N° 06.

**Tabla N° 06 Cantidad Mínima de Material para el Ensayo**

Tamaño nominal Máximo en (mm.)	Peso Mínimo en (gr.)
2.38 (N°8)	100
4.76 (N°4)	500
9.51 (3/8")	2000
19 (3/4")	2500
31.10 (1 1/2" o mayor)	5000

Fuente: José Luis Gonzales García

**e.2) Procedimiento:**

Séquese la muestra de ensayo, hasta peso constante, a una temperatura que no exceda los 110 +/- 5°C. y pésese con una precisión de 0.1%.



Después de secada y pesada, colóquese la muestra de ensayo en el recipiente y asegúrese suficiente cantidad de agua por cubrirla. Agítese vigorosamente el contenido de recipiente y de inmediato viértase sobre el juego de tamices armado. Se considera satisfactorio el uso de una cuchara para agitar la muestra en el agua.

Agítese con suficiente vigor para lograr la separación total de todas las partículas más finas que el tamiz (N°200), y provocar la suspensión del material fino, de manera que pueda ser removido por decantación del agua de lavado. Es conveniente tener el cuidado necesario para no arrastrar las partículas más gruesas. Repítase esta operación hasta que el agua de lavado salgue completamente limpia.

Devuélvase todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Sáquese el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura que no exceda de 110 +- 5°C y pésese con una aproximación de 0.1% del peso de la muestra.

El agua empleada no debe contener detergentes, agentes dispersantes u otras sustancias de este tipo.

**e.3) Cálculos:**

Calcúlese la cantidad de material que pasa el tamiz N° 200 por lavado de la forma siguiente:

$$A = [ (B - C) / B ] * 100.....(20)$$

Siendo:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200, por lavado.

B = Peso original de la muestra seca, en gramos.

C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos:

**3.2.2 METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS**

**3.2.2.1 SECUENCIA DE DISEÑO (ACI 211)**

Los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de mezcla para alcanzar las

propiedades deseadas en el concreto. Ellos deben efectuarse independientemente del procedimiento de diseño seleccionado.

- 1.- Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.
- 2.- Seleccionar la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer en obra.
- 3.- Seleccionar, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- 4.- Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración, entre otros factores la trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.
- 5.- Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen de concreto, considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire, incorporado o atrapado, en la mezcla.
- 6.- Seleccionar la relación agua/cemento requerida para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural. Se tendrá en consideración la resistencia promedio seleccionada y la presencia o ausencia de aire incorporado.
- 7.- Determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua cemento seleccionada.

- 8.- Determinar las proporciones relativas de los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cúbica de concreto está condicionada al procedimiento de diseño seleccionado.
- 9.- Determinar, empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de la mezcla, considerando que el agregado está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad del agregado.
- 10.-Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados fino y grueso.
- 11.-Ajustar las proporciones seleccionadas de acuerdo a los resultados de los ensayos de la mezcla realizados en el laboratorio.
- 12.-Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra.

### **Ejemplo**

#### **1.- Especificaciones**

Se desea calcular las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de un concreto de alta resistencia al ser empleada en las vigas y columnas de un edificio de departamentos a ser construidos en la ciudad de Tarapoto. Las especificaciones de obra lo indican:

- a) No existe limitaciones en el diseño por presencia de procesos de congelación, presencia de ión cloruro o ataques por sulfatos.
- b) La resistencia en compresión de diseño especificada es de  $480 \text{ kg/cm}^2$ , éste es a los 28 días.

- c) Las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica
- d) El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4"

## 2.- Materiales:

### a. Cemento:

- Pacasmayo Tipo I
- Peso específico .....3.11

### b. Agua:

- Potable, de la red de servicio pública de Tarapoto.

### c. Agregado Fino:

- Peso específico de masa.....2.59 gr/cc
- Absorción.....0.67 %
- Contenido de humedad.....0.00 %
- Modulo de fineza.....2.80
- Porcentaje de agregado.....40%

### d. Agregado Grueso:

- Tamaño máximo nominal.....3/4"
- Peso seco compactado.....1482 Kg/cm<sup>2</sup>
- Peso específico de masa.....2.63 gr/cc
- Absorción.....0.71 %
- Contenido de humedad.....0.00 %
- Porcentaje de agregado.....60 %

## 3.- Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado

De acuerdo a las especificaciones de obra, a la granulometría del agregado grueso, le corresponde un tamaño máximo nominal de 3/4".

## 4.- Selección del Asentamiento

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación, requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, correspondiente a un asentamiento de 3" a 4".

### 5.- Volumen Unitario del Agua

Entrando a la Tabla N° 07 se determina que el volumen unitario de agua necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", es de  $208 \text{ lt/m}^3$ , pero como estamos diseñando un concreto de alta resistencia se hicieron ajustes en el volumen unitario de agua al comprobar que la consistencia de la mezcla no resultaba muy seca llegando a un volumen unitario de agua de  $228 \text{ lt/m}^3$ .

### 6.- Contenido de Aire

Desde que la estructura a ser vaciada no va a estar expuesta a condiciones de intemperismo severo, no se considera necesario incorporar aire a la mezcla. De la Tabla N° 09 se determina que el contenido de aire atrapado para un agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4" es de 2,0%.

### 7.- Relación agua/cemento

No presentándose en este caso problemas de intemperismo que pudieran dañar al concreto, se seleccionará la relación agua/cemento únicamente por resistencia de la tabla N° 08

Relación agua cemento = 0.41

### 8.- Factor Cemento

El factor cemento se determina dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento:

$$\text{Factor cemento} = 228/0.41 = 553 \text{ Kg/m}^3 = 13.01 \text{ bolsas/m}^3$$

### 9.- Volumen de la Pasta

- Cemento..... $553/3.11 \times 1000 = 0.178 \text{ m}^3$
  - Agua ..... $228/1 \times 1000 = 0.228 \text{ m}^3$
  - Aire..... $2.0\% = 0.020 \text{ m}^3$
- Suma de volúmenes conocidos =  $0.426 \text{ m}^3$

### 10.- Volumen de los Agregados

Ahora por diferencia determinamos el volumen de los agregados es decir el volumen del concreto es igual volumen de la pasta mas volumen de los agregados  $1 - 0.426 \text{ m}^3 = 0.574 \text{ m}^3$

- Arena ..... $0.574 \text{ m}^3 * 0.40 = 0.230 \text{ m}^3$
- Piedra.....  $0.574 \text{ m}^3 * 0.60 = 0.344 \text{ m}^3$

#### 11.- Peso Seco de los Agregados

- Arena ..... $0.230 \text{ m}^3 / 2.59 \text{ gr/cm}^3 * 1000 = 596.00 \text{ kg/m}^3$
- Piedra.....  $0.344 \text{ m}^3 * 2.63 \text{ gr/cm}^3 * 1000 = 905.00 \text{ kg/ m}^3$

#### 12.- Humedad Superficial de los Agregados (Humedad-Absorción)

- Arena..... $0.00 - 0.67 = -0.67 \text{ Lt.}$
- Piedra.....  $0.00 - 0.71 = -0.71 \text{ Lt.}$

#### 13.- Aporte de Humedades de los Agregados

- Arena..... $596.00 \text{ kg/m}^3 * (-0.67)\text{Lt} / 100 = -4.00 \text{ Lt.}$
- Piedra.....  $905.00 \text{ kg/m}^3 * (-0.71)\text{Lt} / 100 = -6.40 \text{ Lt.}$
- Aporte de Humedad Total =  $-10.40 \text{ Lt.}$

#### 14.- Agua Efectiva

- Agua efectiva = Agua de diseño + Aporte de humedad
- Agua efectiva =  $228 \text{ Lt.} + (-10.40) \text{ Lt.} = 238.40 = 238.00 \text{ Lt.}$

#### 15.- Diseño Efectivo de Obra

- Cemento =  $553.00 \text{ kg/m}^3$
- Agua =  $238.00 \text{ Lt/m}^3$
- Arena =  $596 \text{ kg/m}^3$
- Piedra =  $905 \text{ kg/m}^3$
- Superplastificante=  $1.20\% \text{ peso del cemento} = 6.636 \text{ Lt./m}^3$
- Microsilice =  $7.5\% \text{ del peso del cemento} = 41.475 \text{ Lt./m}^3$

#### 16.- Proporción en Volumen

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1	1.03	1.75	18.30 Lt/saco

#### 3.2.2.2 DISEÑO Y DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO:

El diseño de mezclas tiene como propósito transmitir al concreto en estado fresco y endurecido de ciertas propiedades mínimas requeridas de acuerdo al tipo de obra, a la función que va a desempeñar la estructura y las condiciones climáticas del lugar,

todo esto producido con la mayor economía posible, por lo tanto el diseño está relacionado a la forma en que nosotros asumamos las propiedades que consideremos más importantes que debe cumplir y que son obtenidas mediante cambios en las proporciones de los componentes del concreto.

Este método de dosificación utiliza estos cambios en las proporciones de tal manera que podamos comprobar con qué relación agua/cemento y con qué módulo de finura obtenemos las mejores propiedades para el concreto, que estos materiales nos puedan brindar

#### a ) Selección de las proporciones:

Por tratarse de concretos de Alta Resistencia mayores a 350 Kg/cm<sup>2</sup>, se utilizó relaciones de agua/cemento de la siguiente manera:

Cuadro N° 01: Concreto Patrón

TMN	3/4"	1/2"	3/8"
a/c	0.42	0.42	0.44

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 02: Concreto Patrón más superplastificante:

TMN	3/4"	1/2"	3/8"
a/c	0.38	0.38	0.39

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 03: Concreto Patrón más superplastificante y Microsílice

TMN	3/4"	1/2"	3/8"
a/c	0.43	0.44	0.45

Fuente: Elaboración propia

- El asentamiento acatará a concretos plásticos = 3" a 4"

#### b) Procedimiento de Diseño:

##### 1) Elección del Asentamiento:

Se desea obtener un asentamiento de 3" a 4", que cumpla la consistencia plástica.

**2) Determinación del Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado grueso:**

Se obtuvo del análisis granulométrico del agregado grueso  
 TMN = 3/4", 1/2", 3/8", 1/4".

**3) Estimación del Volumen Unitario de Agua y el Contenido de Aire:**

Está comprobado experimentalmente que la cantidad de agua para concreto está en función al Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado grueso y del grado de fluidez que queramos que tenga nuestro concreto medido en términos de su consistencia (Slump).

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está en estado seco.

Para la determinación del volumen unitario de agua base, utilizaremos como punto de partida la Tabla N° 07, cuya fuente es: Proportioning Ready Mixed Concrete (Delmar L. Bloem and Stanton Walker).<sup>82</sup>

**Tabla N° 07: Volumen Unitario de Agua**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso (Pulg)	Volumen Unitario de Agua Expresado en Lt/m <sup>3</sup> para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicado					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	183	213	203	228	232	252
1/2"	183	203	198	218	223	242
3/4"	173	193	188	208	208	228
1"	163	183	178	198	198	218
1 1/2"	158	173	173	188	188	208
2"	148	163	163	178	178	198
3"	138	153	153	168	163	183

Fuente: Rafael Cachay Huamán. Diseño de Mezclas.

<sup>82</sup>Grupo Concretos Celulares Ltda. Alta Tecnología en Concretos, pág. 06



#### 4) Selección de la relación agua/cemento:

La selección de la relación agua/cemento está en función de la resistencia a compresión a la que pretendemos llegar y de la durabilidad que deseemos adopte nuestro concreto, para esto existen tablas dadas por el comité 211 ACI, y otras instituciones más como el IMCYC, diseñadas con agregados que obedecen a características de otras latitudes. Pero para este caso como nuestro propósito no es obtener un  $f'c$  especificado, sino determinar que resistencias obtenemos haciendo variar la granulometría de nuestro agregado en función de su módulo de finura, se estableció a nuestro criterio las siguientes relaciones agua/cemento teniendo como punto de partida la tabla N° 08.

Las relaciones agua/cemento de mostraremos a continuación, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado esta en condición saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua/cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se obtiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

Tabla N° 08: Relación agua/cemento por resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Comité 211 del ACI.

Esta tabla es una adaptación confeccionada por el comité 211 del ACI, la resistencia corresponde a resultados de ensayos de probetas cilíndricas estándares de 15 por 30 cm.

Tabla N° 09: Contenido de Aire

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Comité 211 del ACI.

##### 5) *Calculo de la cantidad de cemento en peso:*

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen de concreto y la relación agua/cemento seleccionada, se puede seleccionar el factor de cemento por unidad cubica de concreto mediante la división del volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua/cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento por unidad cubica de concreto. Estará en función de la relación agua/cemento y la cantidad de agua ya definida:

$$\text{Cemento (Kg)} = \text{Peso del agua (Kg)} / \text{Relación a/c} \dots\dots\dots (21)$$

##### 6) *Estimación del volumen de agregado fino y grueso:*

Para obtener el porcentaje de agregado fino y grueso realizaremos un estudio granulométrico de la mezcla de agregados, Las curvas mezcla que se encuentren en los límites granulométricos superior e inferior, de las cuales una será la curva base o posible mejor combinación y las otras dos restantes como alternativas, a efectos de poder determinar como varían las propiedades del concreto para diferentes proporciones fino/grueso.

Una vez establecidas la cantidad de agua, cemento, aire (pasta de cemento), calculamos por diferencia con la cantidad el volumen de agregado total por metro cúbico de concreto. Con esto determinamos los volúmenes absolutos de agregado fino y grueso y posteriormente dividiéndole entre su peso específico de masa (seco), obtenemos los pesos secos el agregado fino y grueso que intervendrían en la unidad cúbica de concreto.

Como los agregados no están en estado de saturado superficialmente seco es necesario hacer los reajustes a los agregados para obtener los pesos que utilizaremos en la balanza y poder preparar la mezcla por lo tanto los agregados son corregidos por su humedad natural y absorción.

Luego de pesar los materiales y ponerlos dentro de la mezcladora, procedemos al mezclado, cuyo tiempo se establece en la norma que describiremos posteriormente (de acuerdo al tipo de mezcladora), luego del mezclado procedemos hacer el ensayo de asentamiento con el cono de Abrams y vemos si cumple con las características que deseamos (3" a 4" y un buen aspecto). En caso de no cumplir, entonces volvemos a diseñar la mezcla hasta lograr el deseado.

#### **7) Cantidad de Material por Metro Cúbico:**

Una vez que se logró hallar las condiciones necesarias del diseño de mezcla, se procederá a cuantificar la cantidad de material que se necesita por metro cúbico para un determinado diseño. En nuestro caso hemos obtenido diferentes valores para cada una de las relaciones agua/cemento. Con esto tendremos un estimado de cuanto material necesitamos para lograr un metro cubico de concreto.

Estos valores son hallados tanto en el diseño en seco como el diseño en obra, en nuestro caso como las propiedades de todos los elementos utilizados se encuentran con valores normales y casi invariables, solo es necesario poner atención al diseño en seco, ya que el diseño en obra puede variar por el procedimiento constructivo que se siga y por el grado de control que en ella e esté tomando en cuenta.

### **3.2.2.3 Ensayos para Mezclas de Concreto.**

Para poder cuantificar la calidad del concreto es necesario desarrollar ensayos tanto en su estado fresco como endurecido, de tal manera que nos permita apreciar los cambios que sufren las propiedades del concreto cuando se modifican las proporciones de los materiales utilizados.

Antes de describir el procedimiento de los ensayos que desarrollaremos, presentamos la metodología que se siguió para la toma de muestra del concreto fresco, y la elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio, establecidos por las NTP 334.036 y 339.033 respectivamente.

#### **a) Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio (NTP 339.033):**

El objeto es establecer un procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

##### **a.1) Aparatos:**

Moldes en general. Los moldes para la muestra y los sujetadores de dichos moldes deben ser de acero, hierro forjado o de otro material no absorbente y que no reaccione con el concreto utilizado en los ensayos. Deben estar conforme

a las dimensiones y tolerancias especificadas en el método para la cual debe ensayarse.

**Moldes cilíndricos reutilizables.** Deben estar hechos de un metal de alta resistencia o de otro material rígido no absorbente. El plano transversal del cilindro debe ser perpendicular al eje del cilindro.

La tolerancia en la medida del diámetro exigido debe ser de  $\pm 2.0$  mm. ; y en la altura la tolerancia será de  $\pm 6.0$  mm.

Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, como es el que usaremos en nuestro caso deben estar de acuerdo con las especificaciones ASTM – 470.

**Varilla compactadora.** Debe ser de acero estructural, cilíndrica y el extremo compactador debe ser semiesférica con radio igual al radio de la varilla según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:

- Varilla compactadora larga. De diámetro igual a (5/8"), y aproximadamente (24") de longitud.
- Varilla compactadora corta. De diámetro igual a (3/8") y aproximadamente (12") de longitud.

En este trabajo se utilizó la varilla compactadora larga.

**Apisonador.** Debe ser de caucho, que pese  $0.57 \pm 0.23$  kg. ( $1.25 \pm 0.5$  lb).

**Balanzas.** Las balanzas para determinar el peso de las muestras deben tener una precisión de 0.30 %.

## **a.2) Muestras:**

**a.2.1 Muestras cilíndricas.** Puede ser de varios tamaños, siendo el mínimo de 50.0 mm (2") de diámetro por 100 mm (4") de longitud.

Las muestras cilíndricas para los ensayos, exceptuando el flujo plástico bajo carga (creep), deben ser moldeadas con el eje del cilindro vertical y dejándolo en esta posición durante el fraguado.

Tamaño de la muestra de acuerdo con el tamaño del agregado. El diámetro de una muestra cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular deben ser por lo menos tres veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso utilizado en la elaboración de la mezcla. Partículas superiores al tamaño máximo deben ser retiradas de la mezcla, durante el moldeo.

Número de muestra. Para cada edad debe elaborarse tres o más muestras los especímenes de ensayo que tienen en cuenta el análisis de una variable, deben ser elaborados a partir de tres bachadas separadas, mezclas en días diferentes. En todas las bachadas debe elaborarse un número igual de especímenes.

Generalmente, los ensayos se hacen a edades de 7 a 28 días para compresión, a edades de 14 y 28 días para flexión

En el presente trabajo de Tesis se tomó as los 7, 14 y 28 días

### **a.3) Recomendaciones tomadas en cuenta para la preparación de los materiales:**

**a.3.1 Temperatura.** Los materiales deben estar a una temperatura uniforme preferiblemente entre 20 a 25 °C antes de ser mezclados.

**a.3.2 Cemento.** El cemento debe almacenarse en recipientes impermeables (preferiblemente metálicos) y colocados en un lugar seco. Debe ser mezclado previamente para conseguir su uniformidad durante el ensayo ser pasado por el tamiz (Nº 20), para retirar cualquier grumo y ser mezclado de nuevo.

**a.3.3 Agregados.** Para evitar la segregación del agregado grueso, sepárese en fracciones de tamaño individual y recombinése luego, para cada bachada, con las proporciones necesarias para producir la gradación deseada. Cuando una fracción de tamaño está presente en cantidad superior al 10%, el cociente entre el tamaño del tamiz superior y el del inferior no debe exceder de 2.0%. Se aconseja aún más cercano de tamaño.

Aunque el agregado fino se separe en fracciones de tamaño individual manténgase en condición húmeda o devuélvase a su condición húmeda hasta que sea usado para prevenir la segregación.

Antes de incorporarse en el concreto, el agregado debe prepararse a una condición definida y uniforme de humedad.

**a.4) Determínese el peso del agregado que va a ser usado en la bachada por uno de los siguientes procedimientos:**

1.- Los agregados de baja absorción (absorción inferior al 1.0%) pueden ser pesados en un ambiente seco, teniendo en cuenta la cantidad de agua que será absorbida por el cemento. Este procedimiento es particular útil para el agregado grueso, el cual debe ser reducido a fracciones de tamaños individuales, por peligro de segregación, este procedimiento puede ser usado en agregados finos únicamente cuando tal agregado se separa por tamaños individuales.

2.- Las fracciones de tamaños individuales pueden ser pesadas separadamente, recombinadas en un recipiente tarado en las cantidades requeridas para la bachada y sumergidas por 24 horas antes de su uso. Después de la

inmersión se deja decantar el exceso de agua y se determina el peso del agregado combinado junto con el agua de mezcla. Debe tenerse en cuenta el agua absorbida por el agregado.

3.- El agregado puede llevarse hasta y mantenerse en una condición saturada con una humedad superficial suficiente para evitar pérdidas por secado, al menos 24 horas antes de su uso. Cuando se utiliza este método, la humedad del agregado debe ser determinada para poder calcular las cantidades de agregado saturado que se va a utilizar. La humedad superficial debe considerarse como una parte del agua de mezcla. Este método descrito es particularmente útil para agregados finos. Es menos usado para agregados gruesos, debido a la dificultad para encontrar con precisión la humedad, pero cuando es usado, cada fracción de tamaño individual debe manejarse separadamente para asegurar la obtención de una gradación apropiada.

4.- Los agregados finos y gruesos pueden ser llevados hasta y mantenerlos en una condición saturada, superficialmente seca, hasta que sean pesados para su uso.

Este método se usa principalmente para preparar material para bachadas que no excedan de  $0.007 \text{ m}^3$  ( $1/4 \text{ pie}^3$ ) en volumen. Debe tenerse mucho cuidado en evitar el secado durante su pesaje y uso.

Recomendaciones tomadas en cuenta para el procedimiento de mezclado:

- Mezcla de concreto. La mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo.



- Mezcla con máquina. Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo de agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se para, o no. Para adicionar el agregado fino, el cemento, microsílice y el agua.
- Seguidamente se debe mezclar el concreto durante tres minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante tres minutos y se pone en funcionamiento durante dos minutos de agitación final.
- Se debe cubrir el extremo abierto de la mezcladora para evitar la evaporación durante la mezcla.
- Debe restituirse todo mortero que se pierda por adhesión a la mezcladora para conservar las proporciones
- El concreto se debe recibir en un recipiente limpio y seco para agitarlo con un badilejo o pala hasta hacerlo uniforme al concreto y evitar la segregación.

#### **a.5) Vaciado del Concreto:**

Lugar del moldeo. Se deben moldear las muestras lo más cerca posible del lugar donde se van a guardar para su fraguado en las siguientes 24 horas. Los moldes se llevarán al depósito inmediatamente después de su elaboración. Colóquese los moldes sobre una superficie rígida y libre de vibraciones, evitando inclinaciones y movimientos bruscos. Transpórtese evitando sacudidas, golpes, inclinaciones o raspaduras de la superficie.

El concreto se debe colocar en los moldes utilizando un badilejo o herramienta similar. Se debe seleccionar el

concreto de tal manera que la muestra sea representativa de la mezcla, además, se debe mezclar continuamente la mezcla del concreto durante el llenado del molde con el objetivo de prevenir la segregación.

En la colocación de la capa final se debe intentar colocar una capa de concreto que complete exactamente el relleno del molde. El número de capas para nuestro caso, que utilizamos muestras cilíndricas de 300 mm. Es de tres, y de 100 mm cada una, y el método de compactación será el de apisonado.

Compactación. Los métodos de compactación son: apisonado (por varillado) y vibración (externa e interna). Si el concreto tiene un asentamiento mayor de 3" debe usarse el método de apisonado o el de vibración, prefiriéndose el método usado en la ejecución de obra. Si el asentamiento es inferior a 1", debe usarse el método de vibración. No se debe usar vibración interna para cilindros con diámetro inferior a 100 mm.

Apisonado por varillado. Se coloca el concreto en el molde con el número de capas requeridas, que para nuestro caso son tres, aproximadamente del mismo volumen.

Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, con 25 golpes cada capa, la capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12 mm (1/2") la capa anterior. En caso de dejar algunos huecos por la varilla se debe golpear ligeramente con el martillo de goma los lados del molde para cerrar dichos huecos.

Después de la compactación, se debe efectuar el acabado con las manipulaciones mínimas, de tal manera que la superficie quede plana y pareja al nivel del borde del cilindro o lado del molde, y no debe tener depresiones o protuberancias mayores de 3.2 mm (1/8").

Acabo de cilindro. Después de la compactación, se debe efectuar el acabado de la superficie por medio de golpes con la varilla apisonadora cuando la consistencia del concreto lo permita y con un badilejo o llana de madera. Si se desea, puede colocarse una capa de pasta de cemento sobre el espécimen a manera de frenado (capping). De acuerdo a la NTP 339.037.

**a.6) Curado:**

Cubrimiento después del acabado. Para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el concreto, o con una lámina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra.

**Extracción de la muestra:**

Las muestras deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se emplean aditivos; en caso contrario se podrá emplear tiempos diferentes.

**Ambiente de curado:**

Se deben mantener las muestras en condiciones de humedad con temperatura de  $23.0 \pm 2.0$  °C, desde el

momento del moldeo hasta el momento de ensayo. El almacenamiento durante las primeras 48 horas de curado debe hacerse en un medio libre de vibraciones.

Las condiciones de humedad deben lograrse por inmersión de la muestra sin el molde en agua. Se permite lograr la condición de humedad por almacenamiento en cuarto húmedo. No se debe exponer los especímenes a condiciones de goteo o corrientes de agua. Deben evitarse que se sequen las paredes de la muestra luego del periodo de curado.

Nota: cómo podemos apreciar la determinación del  $f_c$ , implica realizar los ensayos bajo condiciones controladas que están definidas en las normas que acabamos de mencionar. Muchas veces existen tergiversaciones con respecto a estas condiciones controladas, por el desconocimiento de la base estadística de estos conceptos suponiéndose en ocasiones que el muestreo y la obtención de probetas con los métodos estandarizados, el curado a 100% de humedad y 21°C de temperatura constantes que fijan las normas, y el ensayo a cierta velocidad de carga con la preparación previa de las superficies de los testigos, tienden a "favorecer" los resultados pues no reflejan la "realidad", de la obra, dándose ciertos casos en que se sigue el apartarse de estos procedimientos estandarizados en la idea de que "son mas representativos" del concreto in-situ.

Nada más alejado de lo correcto, pues si no se obtienen, curan y ensayan los testigos como se ha indicado, no tendrían significado probabilístico, ya que al no responder a una metodología científica carecería de validez estadística y lo único que se lograría es causar confusión y distorsión en la evaluación de estos parámetros.

**b) Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de Aire del Concreto (NTP 339.046).**

El peso unitario se refiere al peso que tiene el concreto en un determinado volumen, puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.

La presente norma establece un procedimiento para determinar el peso del concreto fresco por  $m^3$ , el volumen de concreto producido con una mezcla de cantidades conocida de los materiales componente, el rendimiento, osea el volumen de concreto por unidad de volumen de cemento, el factor real de cemento y el contenido de aire del concreto gravimétricamente.

**Aparatos:**

- Balanza con sensibilidad de 50 gr.
- Barra compactadora, recta de acero, lisa de 16 mm de diámetro, de aproximadamente de 60 cm de longitud y punta semiesférica.
- Recipiente, cilindro de metal a prueba de agua, preferiblemente con asa, maquinado interiormente o preparado mediante el rolado de planchas. El recipiente deberá ser reforzado alrededor de la parte superior con un aro de acero de 38 mm de ancho.

Según el tamaño máximo nominal del agregado grueso, los recipientes requeridos tendrán capacidades de  $14 \text{ dm}^3$  ( $1/2 \text{ pie}^3$ ),  $28 \text{ dm}^3$  ( $1 \text{ pie}^3$ ) y estarán de acuerdo con lo indicado en la tabla N° 10

**Tabla N°10: Requisitos dimensionales para las Medidas cilíndricas**

Capacidad $P^3$	$Dm^3$	Tamaño máximo nominal del agregado grueso
1/2	14	Hasta 2" inclusive
1	28	Mayor de 2"

Fuente: José Luis Gonzales García

### Calibración del recipiente:

El recipiente se calibra determinando con precisión, el peso de agua a 21°C que se requiere para llenarlo (nota: el factor para cualquier recipiente se obtiene dividiendo el peso unitario del agua a 21°C tomando como  $1000 \text{ kg/m}^3$  entre el peso del agua a la misma temperatura de 21°C que se requiere para llenar el recipiente).

Se puede obtener un llenado preciso del recipiente mediante el uso de una lámina de vidrio.

### Llenado y compactación del recipiente:

El recipiente se llena hasta un tercio de su capacidad y la masa del concreto se compacta con 25 golpes cuando se use un recipiente de  $(1/2 \text{ pie}^3)$  y 50 golpes para un recipiente de  $(1 \text{ pie}^3)$ , de la misma manera se llenan las dos capas restantes, cuidando que la última se llene con un ligero exceso.

Al compactar la primera capa, la barra no debe golpear el fondo del recipiente. Al compactar la segunda y tercera capa se aplica la fuerza necesaria para hacer que la barra penetre ligeramente en la superficie de la capa anterior. Los golpes de la compactación se distribuyen uniformemente sobre la sección.

### Alisado, limpiado y pesado:

La superficie superior se alisa y termina con una placa de cubierta plana, teniendo mucho cuidado de dejar el recipiente lleno justo hasta su nivel superior. El material adherido en las paredes externas se limpia y luego el recipiente lleno se pesa con aproximación de 50 gr.

### Resultados:

Peso por metro cúbico: se calcula el peso neto del concreto restando del peso bruto, el peso del recipiente, se calcula por metro cúbico, multiplicando el peso neto por el factor del recipiente usado.

Volumen: se calcula el volumen del concreto fresco producido en cada mezcla de la siguiente manera:

$$V_H = ((N * P_C) + P_{AF} + P_{AG} + P_A) / (P_U) \dots\dots\dots (22)$$

Donde:

$V_H$  = volumen de concreto fresco producido por mezcla en  $m^3$

$N$  = Número de bolsas de cemento por mezcla

$P_C$  = Peso neto de una bolsa de cemento en kg.

$P_{AF}$  = Peso total del agregado fino de la mezcla en la condición en que se usa en kg.

$P_{AG}$  = Peso total del agua de mezclado añadido a la mezcla en kg.

$P_U$  = Peso unitario del concreto fresco en kg por  $m^3$ .

Rendimiento:

Se calcula como sigue:

$$Y = V_H / N \dots\dots\dots (23)$$

Donde:

$Y$  = Rendimiento del concreto fresco por bolsa de cemento en  $m^3$

Rendimiento relativo:

El rendimiento relativo es la relación entre el volumen real de concreto obtenido y el volumen de diseño de mezcla. Se calcula como sigue:

$$Y_r = V_H / V_D \dots\dots\dots (24)$$

Donde:

$Y_r$  = Rendimiento relativo.

$V_D$  = volumen de diseño de mezcla de concreto en  $m^3$ .

Factor de cemento:

Se calcula como sigue:

$$N_M = 1/Y \quad \text{ó} \quad N_M = N/V_H \dots\dots\dots (25)$$

Donde:

$N_M$  =  $N^\circ$  de bolsas de cemento por  $m^3$  de concreto.

### Contenido de aire:

Se calcula como sigue:

$$A = ((P_{UN} - P_U) / (P_{UN})) * 100 \dots\dots\dots (26)$$

$$A = ((V_H - V_T) / (V_H)) * 1000 \dots\dots\dots (27)$$

Donde:

A = Contenido total de aire (% de vacíos) en el concreto fresco.

P<sub>UN</sub> = Peso unitario nominal del concreto fresco en kg/cm<sup>3</sup> calculado como si tuviera aire.

V<sub>T</sub> = Suma de los volúmenes absolutos de cada componente de la mezcla en m<sup>3</sup>.

El peso unitario nominal por m<sup>3</sup>, es una determinación de laboratorio, cuyo valor se supone que permanece constante para todas las mezclas que se hacen, usando componentes y proporciones idénticas. Se calcula de la siguiente manera:

$$P_{UN} = (W_i) / (V_T) \dots\dots\dots (28)$$

Donde:

W<sub>i</sub> = Peso total de los ingredientes componentes de la mezcla

El volumen absoluto de cada ingrediente es igual al peso de dicho ingrediente dividido entre el producto de su peso específico multiplicado por la densidad del agua. Para el cemento se puede usar el valor de 3.15 salvo que se determine el peso específico real por medio del método de ensayo para determinar el peso específico del cemento hidráulico de acuerdo a la norma INTINTEC correspondiente.

### **c) Medición o Estimación de la Consistencia (NTP 339.035):**

Esta norma establece la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Este método se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 1½" (37.5 mm.), si el agregado es mayor, el método es aplicable



cuando el ensayo se realiza con la fracción del concreto que pasa la malla de  $1\frac{1}{2}$ ", removiendo los agregados mayores de acuerdo con la sección titulada.

Aparatos:

- Molde. El molde está constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, con un espesor mínimo de 1.5 mm. Y su forma es la de un tronco de cono abierto a sus extremos. Las dos bases son paralelas entre sí: de 20 cm. de diámetro en la base inferior y 10 cm. de diámetro en la base superior formando un ángulo recto con el eje del cono. La altura del cono es de 30 cm. y será provisto de agarraderas de aleta de pie.
- Barra compactadora. Una barra de acero lisa de 16 mm. (5/8") de diámetro, de aproximadamente 60 cm. y terminado en punta semiesférica.

La forma más usada y práctica de evaluar la consistencia se realiza de la siguiente manera:

Procedimiento:

Mediante el cono de Abrams. El cual consiste en llenar un recipiente troncocónico en tres capas de igual volumen, cada capa será chuseada con 25 golpes en forma concéntrica de afuera hacia dentro, mediante la varilla lisa. En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en todo su espesor. Las capas siguientes se compactan de igual modo procurando que la barra penetre ligeramente en la inmediata inferior.

El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si después de compactar hubiese una deficiencia de material, se añadirá la cantidad necesaria para mantener un exceso por

encima del molde. Luego se procederá a enrasar utilizando una plancha de albañilería o la barra compactadora.

Una vez terminada la operación anterior, se levanta el molde cuidadosamente en dirección vertical. Inmediatamente después se mide el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono deformado. Esta operación se hará aproximadamente en 5 a 10 segundos evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado hasta la remoción del molde se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 minutos.

En caso de que se presente una falla por corte, donde hay una separación de una parte de masa, este ensayo será desechado y debe realizarse uno nuevo con otra parte de la muestra. Si esto ocurre dos veces consecutivas es una mezcla de concreto presumiblemente esta carece de plasticidad y cohesión necesaria para la validez de éste ensayo.

#### Expresión de Resultados:

La consistencia del concreto se establece por el asentamiento el que está determinado por la diferencia entre la altura del molde y la altura del cono deformado, medida en el eje y expresada en centímetros o en pulgadas.

Luego levantamos el cono y procederemos a medir el asentamiento que ha experimentado el concreto con respecto a la altura del cono.

### **UNIVERSO, MUESTRA POBLACION**

#### **3.2.1.1. Universo.**

El estudio realizado, basado en la Norma ITINTEC, el cual nos delimita que nuestro Universo, está definido por la totalidad de probetas; es decir:  $U=249$  probetas

### 3.2.1.2 Población.

La población tiene que ver con el tamaño del universo y como éste es homogéneo y pequeño, entonces la población = 249 probetas.

### 3.2.1.3 Muestra.

La muestra por el proceso que se realizó, se estableció 60 probetas.

## 3.2.2. SISTEMA DE VARIABLES

### 3.2.2.1 Variable Independiente

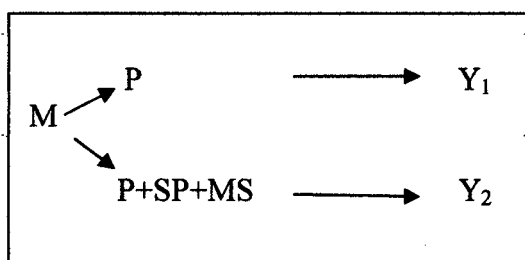
1. Cantidad de agregados con la calidad requerida, según normas.
2. La relación agua/cemento.
3. Cantidad de aditivos.

### 3.2.2.2 Variable Dependiente

1. Concreto de Alta Resistencia  $f'c=480 \text{ kg/cm}^2$ .

## 3.2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION

Considerando las expresiones de las variables en estudio, se considera el siguiente esquema de investigación:



M= muestra

$Y_1$ = muestra de concreto patrón

P= concreto patrón.

$Y_2$  = muestra de concreto patrón + aditivo

SP= superplastificante

MS= microsilíce

El modelo estadístico apropiado para la investigación es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Análisis de la Varianza para el modelo  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

Ho:  $\tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t$

Ha: al menos un efecto de un tratamiento es diferente de los demás.

### 3.2.4 DISEÑO DE INSTRUMENTOS

#### 3.2.4.1 INSTRUMENTOS BIBLIOGRÁFICOS.

##### 3.2.4.1.1 De lo relacionado a Normas de Concreto

Haremos uso de los libros y revistas que traten del tema en forma generales y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual, rigiéndose a las Normas establecidas.

Las Normas utilizados para el desarrollo de los ensayos son:

- Análisis por tamices para la determinación de la granulometría de los agregados fino y grueso, de acuerdo a ASTM C 136 o NTP 400.012.
- Material más fino que la malla N° 200 en el agregado determinado por lavado, de acuerdo a ASTM C 117.
- Impurezas orgánicas en el agregado fino, de acuerdo a ASTM C 40 o NTP 400.013.
- Peso unitario y vacíos en el agregado, de acuerdo a ASTM C29 o C 29 M; NTP 400.017.
- Peso específico y absorción en el agregado grueso de acuerdo a ASTM C 127 o NTP 400.021.
- Peso específico y absorción del agregado fino de acuerdo a ASTM C 128 o NTP 400.022.

- Terminología relacionada con los agregados, de acuerdo a ASTM C 125.
- Especificación para tamices a ser empleados en ensayos, de acuerdo a ASTM D 2419.
- Requisitos de los agregados NTP 400.037.
- Toma de muestras de agregado NTP 400.010.
- Agua para concreto-Requisitos NTP 339.088.
- Método de ensayo para mediciones del asentamiento del concreto fresco con el cono de abrams.
- Muestras de concreto a ser utilizadas en la preparación de probetas cilíndricas para el ensayo a compresión ITINTEC 339.036 ITINTEC 339.033.
- Método de ensayo para la elaboración, curado y rotura de probetas cilíndricas de concreto, ASTM C 192 – ITINTEC 339.034.

#### **3.2.4.1.2 De lo Relacionado a las Técnicas Estadísticas.**

##### **b) Diseño Experimental**

El **diseño experimental** es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. El diseño experimental prescribe una serie de pautas relativas qué variables hay que manipular, de qué manera, cuántas veces hay que repetir el experimento y en qué orden para poder establecer con un grado de confianza predefinido la necesidad de una presunta relación de causa-efecto.

El diseño experimental encuentra aplicaciones en la industria, la agricultura, la mercadotecnia, la medicina, la ecología, las ciencias de la conducta, etc. constituyendo una fase esencial en el desarrollo de un estudio experimental

Es una prueba o un conjunto de pruebas durante el cual se realizan cambios sistemáticos y controlados a las variables de entrada para medir el efecto sobre la variable de salida óptima.

### **c) Principios básicos del diseño de experimentos**

(1) Repetición. Viene a ser la reproducción o réplica del experimento básico (asignación de un tratamiento a una unidad experimental). Las principales razones por las cuales es deseable la repetición son: primero por que proporciona una estimación del error experimental, siendo tal estimación confiable a medida que aumenta el número de repeticiones, y segundo permite estimaciones más precisas del tratamiento en estudio.

(2) Aleatorización. Asignación al azar de tratamiento a las unidades experimentales. Una suposición frecuente en los modelos estadísticos de un diseño de experimentos es que: las observaciones o los errores están distribuidos independientemente, la aleatorización hace válida esta suposición.

(3) Control Local. Cantidad de balanceo, bloqueo y agrupamiento de las unidades experimentales que se emplean en el diseño estadístico de un experimento

### **d) Conceptos básicos**

(1) Experimento. Prueba o series de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables

de entrada de un proceso (los factores que se estudian) o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida.

- (2) Unidad experimental. Unidad a la cual se le aplica un sólo tratamiento (que puede ser una combinación de muchos factores) en una reproducción del experimento.
- (3) Error experimental. Describe la situación de no llegar a resultados idénticos con dos unidades experimentales tratadas de igual forma y refleja:  
(a) errores de experimentación, (b) errores de observación, (c) errores de medición, (d) variación del material experimental (esto es, entre unidades experimentales), (e) efectos combinados de factores extraños que pudieran incluir las características en estudio, pero respecto a los cuales no se ha llamado la atención en la investigación.
- (4) Agrupamiento. Colocación de un conjunto de unidades experimentales homogéneas en grupos, de modo que los diferentes grupos puedan sujetarse a distintos tratamientos.
- (5) Bloqueo. Distribución de las unidades experimentales en bloques, de manera que las unidades dentro de un bloque sean relativamente homogéneas, de esta manera, la mayor parte de la variación predecible entre las unidades queda confundida con el efecto de los bloques.
- (6) Balanceo. Obtención de las unidades experimentales, el agrupamiento, el bloqueo y la asignación de

los tratamientos a las unidades experimentales de manera que resulte una configuración balanceada.

- (7) Tratamiento o combinación de tratamientos. Conjunto particular de condiciones experimentales que deben imponerse a una unidad experimental dentro de los con.nes del diseño seleccionado.
- (8) Factor. Una variable independiente que tiene influencia sobre la respuesta de salida. Generalmente, se trabaja con más de una variable independiente y con los cambios que ocurren en la variable dependiente, cuando ocurren variaciones en una o más variables independientes.
- (9) Confusión. Cuando los efectos de dos o mas factores no se pueden separar.

#### **3.2.4.2 INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.**

Todos aquellos los que permitan realizar los estudios para la obtención de un concreto de alta resistencia (Ensayos de materiales)

Los equipos utilizados en el laboratorio para los ensayos son:

- Juego de tamices.
- Tamizador eléctrico.
- Maquina Mezcladora de concreto 4.5 pie<sup>3</sup>.
- Molde de compactación y varilla.
- Cono de abrams.
- Prensa eléctrica.
- Balanzas.
- Estufa.
- Equipo para el capeo de probetas.
- Probetas y fiolas.



3.2.5 PROCESAMIENTO DE INFORMACION

3.2.5.1 Ensayos Preliminares.

Antes de realizar el diseño de mezclas se procedió a realizar los ensayos preliminares a los agregados (fino y grueso) con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas de estos materiales a fin de determinar si cumplen con las especificaciones técnicas de las Normas Peruanas y de la ASTM.

En la evaluación del agregado fino los procesos de ensayo se realizaron de acuerdo a las normas técnicas mencionas en el Marco Teórico, lográndose obtener los resultados siguientes:

Cuadro N° 04: Características Físicas del Agregado Fino

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO		
Ensayos		RESULTADOS
1. Peso Unitario Suelto	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563
2. Peso Unitario Compactado	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626
3. Humedad	[%]	0
4. Absorción	[%]	0.67
5. Peso Específico Seco	[gr/cc <sup>3</sup> ]	2.59
6. % que pasa la malla N° 200	[%]	4.88
7. Módulo de Finura		2.8

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera se evaluó las características mediante ensayos del agregado grueso en los diferentes tamaños nominales (3/4", 1/2", 3/8" y 1/4") de donde se obtuvo los resultados siguientes:

Cuadro N° 05: Características Físicas del Agregado Grueso

CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO			
ENSAYOS	TMN 3/4"	TMN 1/2"	TMN 3/8"
1. Peso Unitario Suelto [Kg/m <sup>3</sup> ]	1398.48	1311	1330
2. Peso Unitario Compactado [Kg/m <sup>3</sup> ]	1482.16	1408	1431
3. Humedad [%]	0	0	0
4. Absorción [%]	0.71	0.82	0.88
5. Peso Específico Seco [gr/cc <sup>3</sup> ]	2.63	2.61	2.61

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se lograron obtener a través de la combinaciones de los agregados tomadas como muestras, ya que estos por si solos no estaban dentro del uso granulométrico, por lo que se vio necesario realizar las combinaciones a fin de obtener un agregado óptimo para el diseño de mezclas en cada uno de los tamaños máximos. Estas combinaciones se realizaron de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro N° 06: Combinaciones del Agregado Grueso para el uso granulométrico

COMBINACIONES DEL AGREGADO GRUESO PARA EL USO GRANULOMETRICO			
ENSAYOS	TM 1/2"	TM 3/8"	TM 1/4"
1. TMN 3/4" Combinado	38.00%	37.00%	-
2. TMN 1/2" Combinado	13.00%	87.00%	-
3. TMN 3/8" Combinado	-	65.00%	35.00%

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5.2 Diseño del Concreto Patrón.

El diseño de mezcla que se usó, fue el que a través de una dosificación óptima, cumpliese con las siguientes condiciones: trabajabilidad, resistencia, permeabilidad y absorción.

Para este diseño se tomó como referencia de inicio la relación agua/cemento de la tabla N° 14, y que a través de varias pruebas en tandas de diseño de mezclas se ha ido ajustando esta relación buscando obtener un diseño óptimo a través de los diseños tentativos 1, 2 y por ultimo lograr una relación de agua/cemento de diseño final, para lograr la resistencia deseada.

### 3.2.5.3 Diseño de Concreto Patrón más superplastificante

Se obtuvo a partir del concreto patrón al cual se le adiciono un aditivo superplastificante en varias dosificaciones, empezando con 2%, 1.5% y por ultimo con 1.2% del peso de cemento. Ya que las dos primeras dosificaciones se descartaron para el diseño por mostrar el retardo de la fragua. Llegando a tomar como valor final el 1.2% del peso del cemento como partida para realizar los diseños tentativos 1 y 2, y por ultimo obtener el diseño final.

#### **3.2.5.4 Diseño de Concreto Patrón más Superplastificante y Microsilice**

Se realizó varios diseños para obtener aquel que nos proporciones los mejores resultados, tomándose inicialmente como base el diseño del concreto patrón mas superplastificante (dosificación de 1.2% del peso del cemento), a partir de allí se realizó diseños con proporciones del orden de microsilice en 15%, luego de 10% y finalmente para 7.5% del peso del cemento. Descartándose los dos primeros valores ya que estos presentaban problemas de consistencia seca de la mezcla fresca, por lo cual se optó tomar el ultimo valor adecuado del 7.5% del peso del cemento.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 CONSISTENCIA (ASTM C 413, NTP 339.035)

Cuadro N° 07: Consistencia del TM de 3/4"			
Tipo de Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Variación con respecto al patrón (%)	Número de mediciones
C° Patrón	3	100%	3
C° Patrón. con Superplastificante	3.5	116.67%	3
C° Patrón. con Superplastificante y Microsilice	3.0	100%	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 08: Consistencia del TM de 1/2"

Tipo de Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Variación con respecto al patrón (%)	Número de mediciones
C° Patrón	3	100%	3
C° Patrón. con Superplastificante	4	133.33%	3
C° Patrón. con Superplastificante y Microsilice	3	100%	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 09: Consistencia del TM de 3/8"

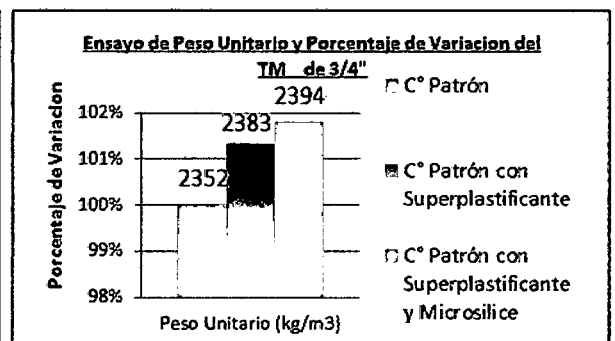
Tipo de Concreto	Asentamiento (pulgadas)	Variación con respecto al patrón (%)	Número de mediciones
C° Patrón	3.5	100%	3
C° Patrón. con Superplastificante	4	114.29%	3
C° Patrón. con Superplastificante y Microsilice	3	85.71%	3

Fuente: Elaboración propia

### 4.2 PESO UNITARIO (ASTM C138, NTP339.046)

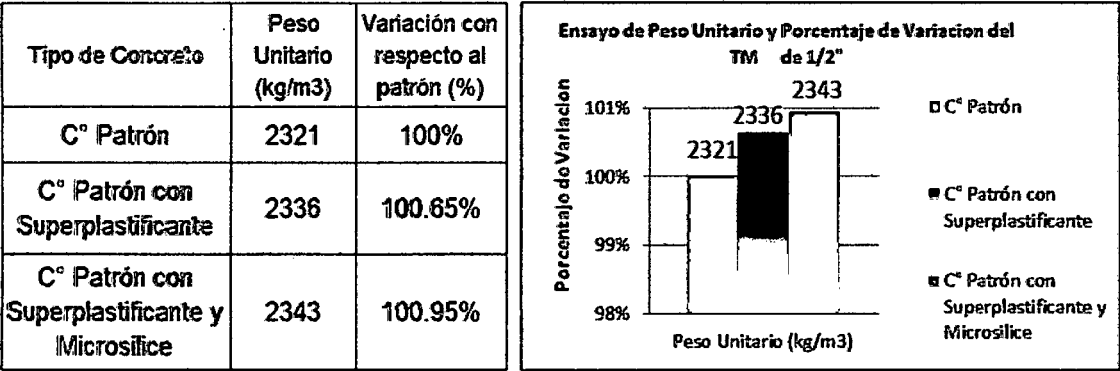
Cuadro N° 10: Peso unitario del TM de 3/4"

Tipo de Concreto	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Variación con respecto al patrón (%)
C° Patrón	2352	100%
C° Patrón con Superplastificante	2383	101.32%
C° Patrón con Superplastificante y Microsilice	2394	101.79%



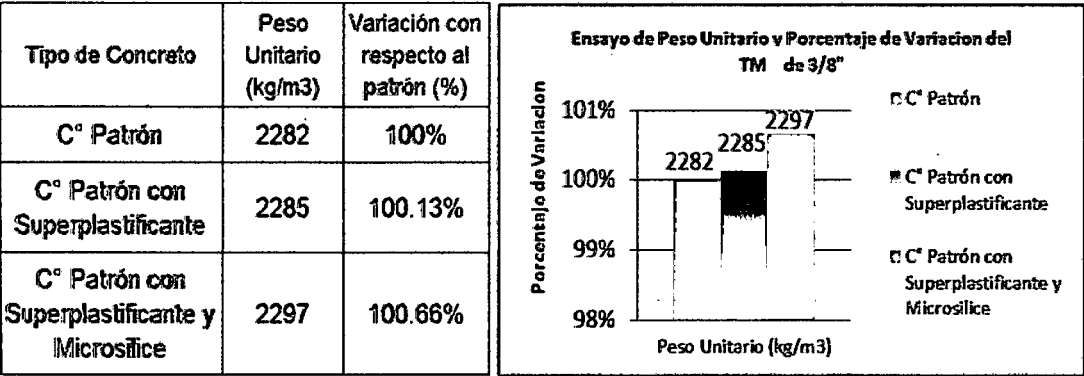
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 11: Peso unitario del TM de 1/2"



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 12: Peso unitario del TM de 3/8"



Fuente: Elaboración propia

4.3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

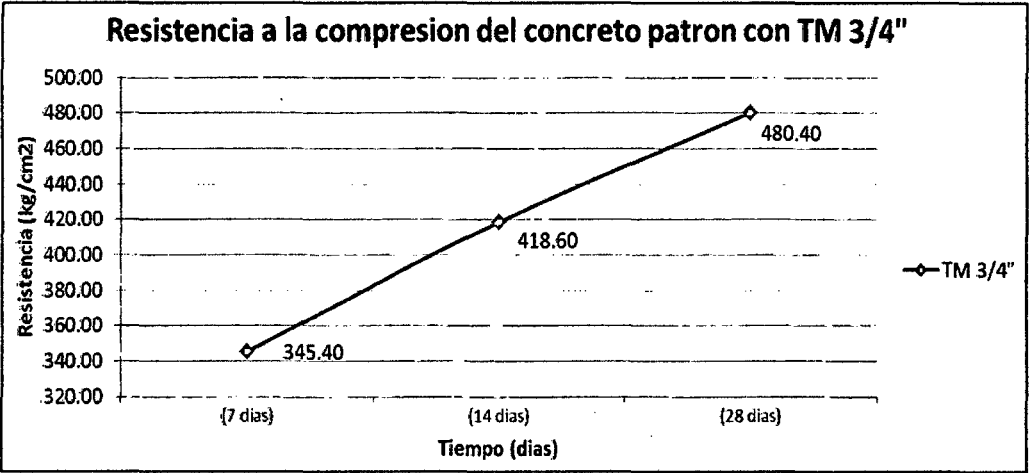
4.3.1 CONCRETO PATRÓN

Cuadro N° 13: Resistencia a la compresión del concreto patrón con TM 3/4"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c (7 días)	f'c (14 días)	f'c (28 días)
	kg/m3	bls/m3							
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/4" CP	553	13.01	248	0.45	0.00	0.00	238.00	318.70	412.60
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/4" CP	570	13.41	268	0.47	0.00	0.00	323.50	360.90	455.40
DISEÑO FINAL:									
3/4" CP	585	13.76	244	0.42	0.00	0.00	345.40	418.60	480.40

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N° 01: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM de 3/4".

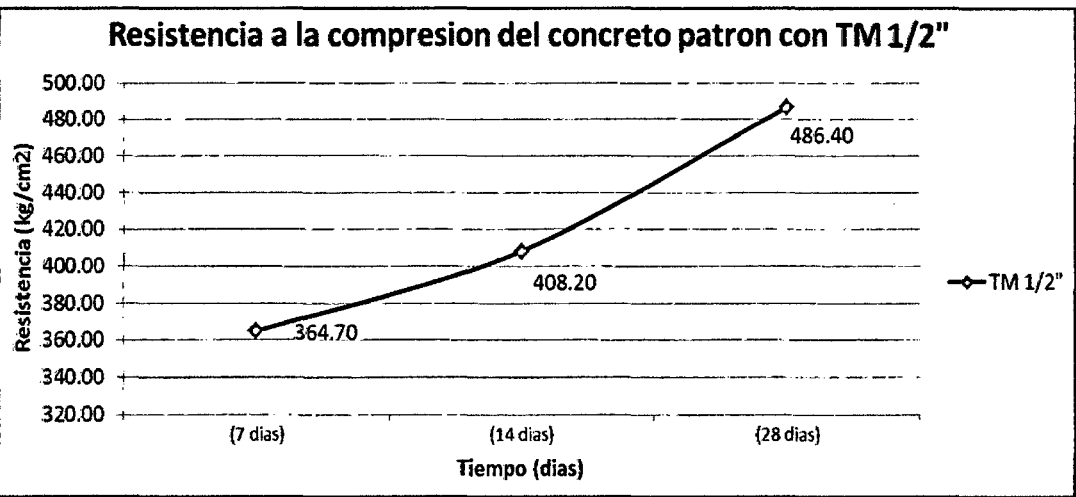


Cuadro N° 14: Resistencia a la compresión del concreto patrón con TMN 1/2"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
1/2" CP	596	14.02	280	0.47	0.00	0.00	245.50	345.00	445
DISEÑO TENTATIVO II:									
1/2" CP	612	14.40	291	0.48	0.00	0.00	318.60	343.50	439
DISEÑO FINAL:									
1/2" CP	627	14.75	266	0.42	0.00	0.00	364.70	408.20	486.40

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N° 02: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM de 1/2".

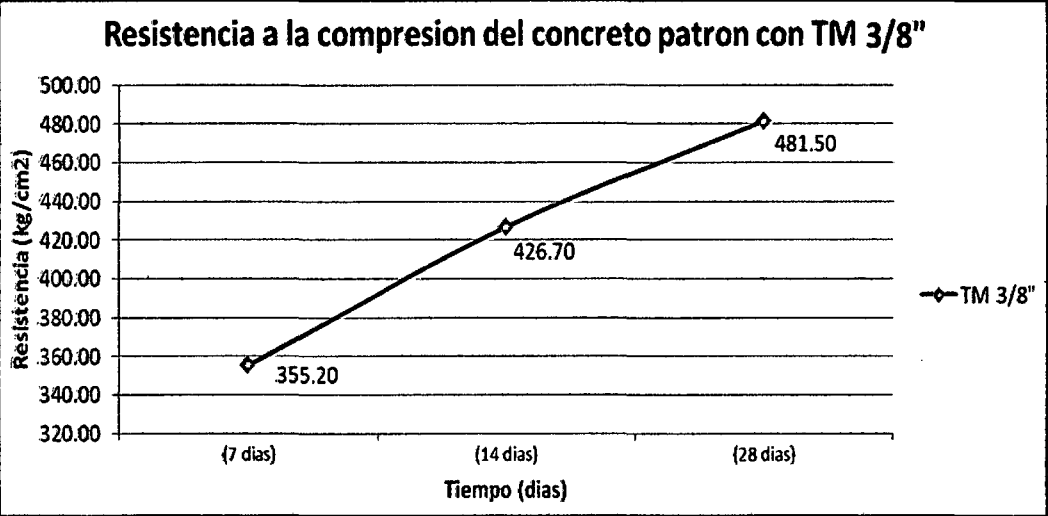


Cuadro N° 15: Resistencia a la compresión del concreto patrón con TM 3/8"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/8" CP	638	15.01	307	0.48	0.00	0.00	264.40	336.60	460.80
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/8" CP	651	15.32	326	0.50	0.00	0.00	303.70	361.70	440.20
DISEÑO FINAL:									
3/8" CP	670	15.76	292	0.44	0.00	0.00	355.20	426.70	481.50

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N° 03: Resistencia del concreto patrón con A. G. de TM de 3/8".



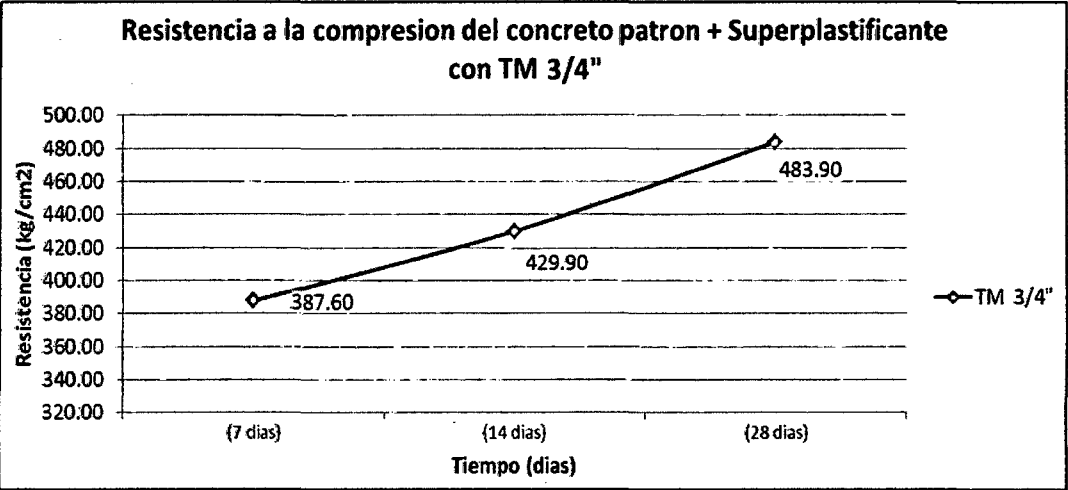
4.3.2 CONCRETO PATRÓN CON SUPERPLASTIFICANTE

Cuadro N° 16: Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante con TM 3/4"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/4"CP + SP	553	13.01	230	0.42	5.53	0.00	324.90	372.70	450.60
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/4"CP + SP	570	13.41	257	0.45	5.70	0.00	332.30	385.40	468.10
DISEÑO FINAL:									
3/4"CP + SP	561	13.20	215	0.38	6.73	0.00	387.60	429.90	483.90

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°04: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TMN 3/4"

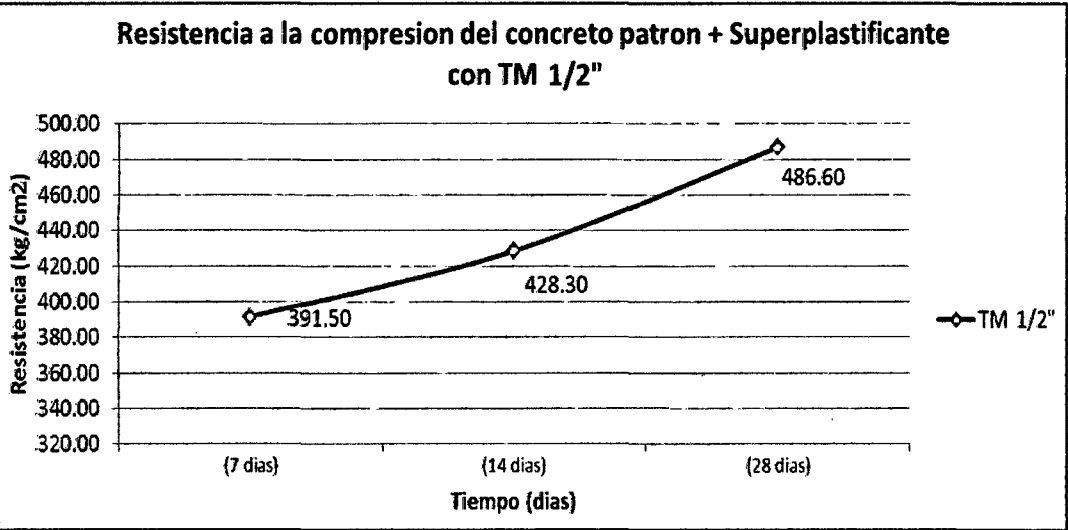


Cuadro N° 17: Resistencia a la compresión del concreto patrón más superplastificante con TM 1/2"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c (7 días)	f'c (14 días)	f'c (28 días)
	kg/m3	bls/m3							
DISEÑO TENTATIVO I:									
1/2"CP + SP	596	14.02	268	0.45	5.96	0.00	297.30	370.50	450
DISEÑO TENTATIVO II:									
1/2"CP + SP	612	14.40	280	0.46	6.12	0.00	329.30	401.90	468
DISEÑO FINAL:									
1/2"CP + SP	604	14.21	232	0.38	7.25	0.00	391.50	428.30	486.60

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°05: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM 1/2"



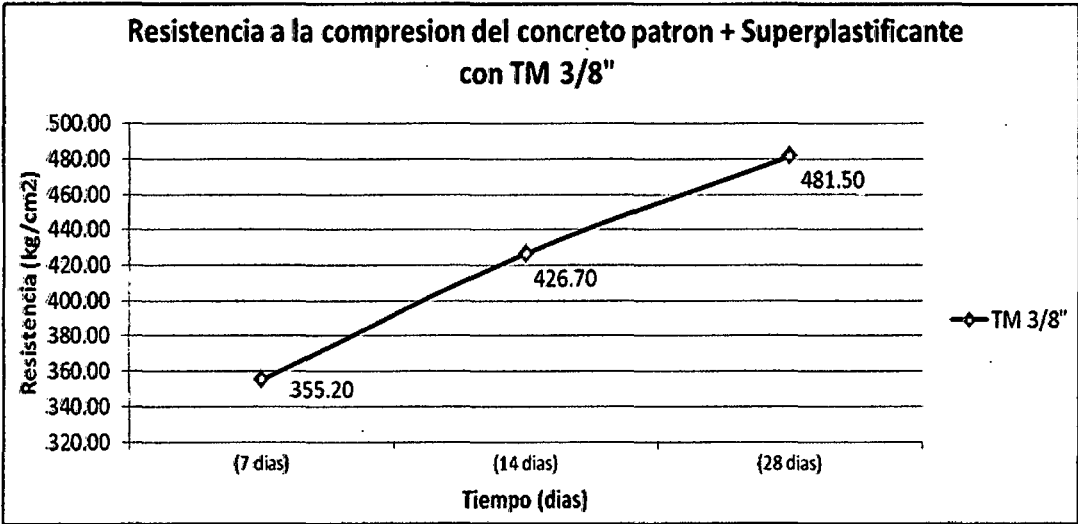


Cuadro N° 18: Resistencia a la compresión del concreto patrón mas superplastificante con TM 3/8".

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/8"CP + SP	638	15.01	296	0.46	6.38	0.00	309.40	344.80	458.00
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/8"CP + SP	651	15.32	313	0.48	6.51	0.00	329.10	362.90	468.40
DISEÑO FINAL:									
3/8" CP + SP	646	15.20	255	0.39	7.75	0.00	355.20	426.70	481.50

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°06: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM 3/8"



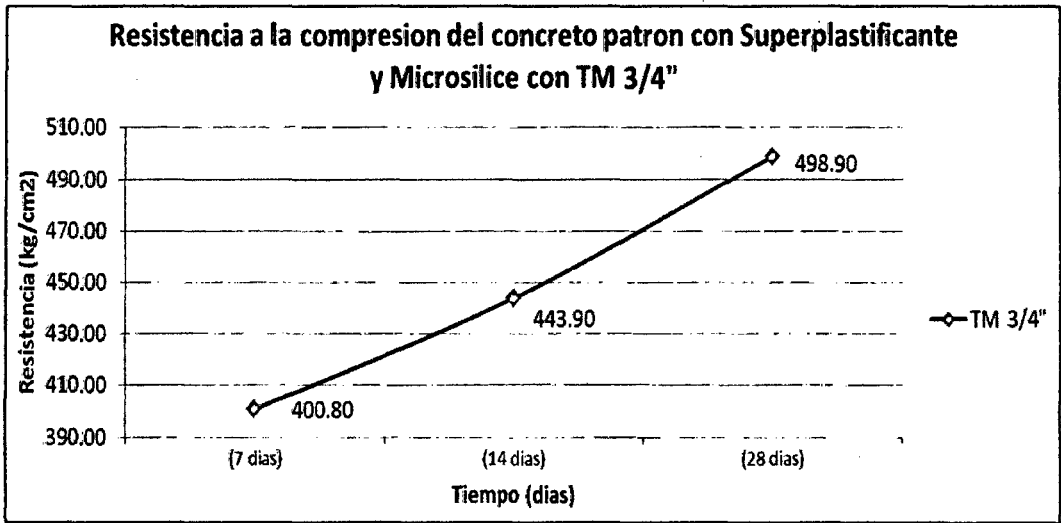
4.3.3 CONCRETO PATRÓN CON SUPERPLASTIFICANTE Y MICROSILICE

Cuadro N° 19: Resistencia a la compresión del concreto patrón mas Superplastificante y Microsilice con TM 3/4"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/4"CP + SP +MS	553	13.01	230	0.42	5.53	55.30	331.60	383.20	465.00
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/4"CP + SP +MS	570	13.41	268	0.47	5.70	57.00	349.10	424.90	464.60
DISEÑO FINAL:									
3/4"CP + SP +MS	553	13.01	238	0.43	6.64	41.48	400.80	443.90	498.90

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°07: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TMN 3/4"

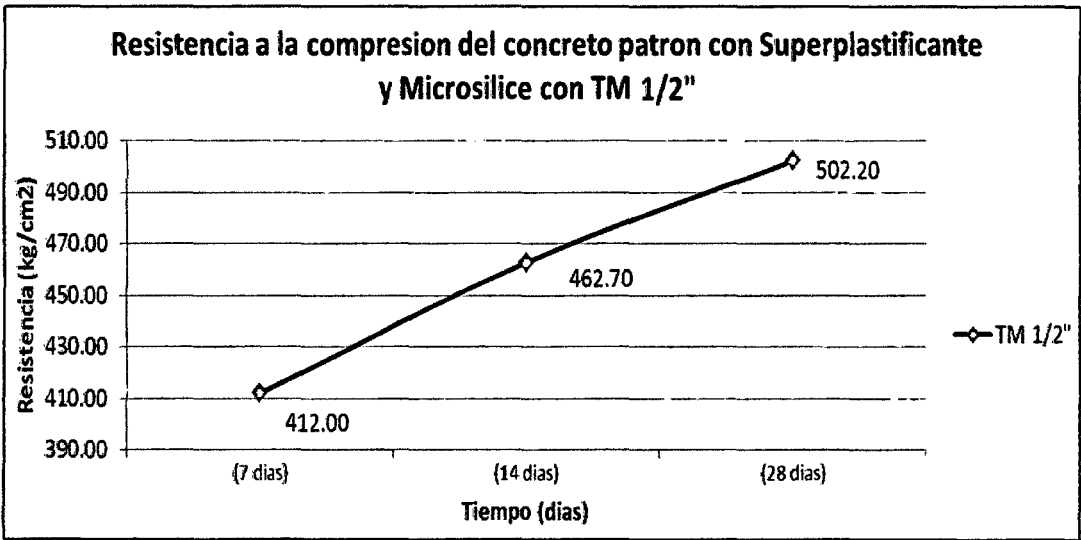


Cuadro N° 20: Resistencia a la compresión del concreto patrón mas Superplastificante y Microsilice con TM 1/2"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
1/2"CP + SP +MS	596	14.02	268	0.45	5.96	59.60	308.20	377.20	453
DISEÑO TENTATIVO II:									
1/2"CP + SP +MS	612	14.40	291	0.48	6.12	61.20	329.30	415.30	468
DISEÑO FINAL:									
1/2"CP + SP +MS	597	14.05	262	0.44	7.16	44.78	412.00	462.70	502.20

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°08: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM 1/2"

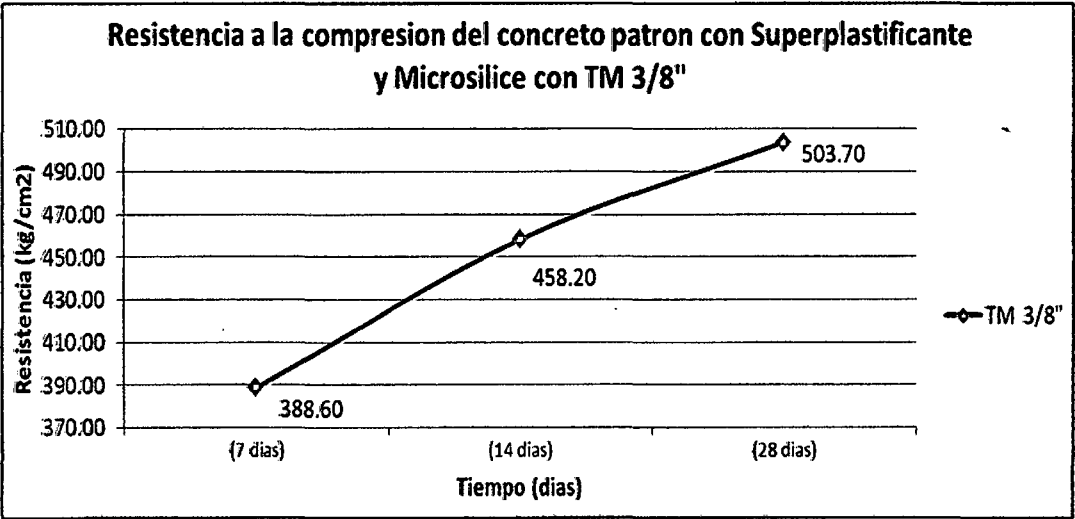


Cuadro N° 21: Resistencia a la compresión del concreto patrón más Superplastificante y Microsilíce con TM 3/8"

INSUMOS	cemento		agua lt/m3	a/c	SP lt/m3	MS kg/m3	f'c	f'c	f'c
	kg/m3	bls/m3					(7 dias)	(14 dias)	(28 dias)
DISEÑO TENTATIVO I:									
3/8"CP + SP +MS	638	15.01	296	0.46	6.38	63.80	301.10	355.20	463.80
DISEÑO TENTATIVO II:									
3/8"CP + SP +MS	651	15.32	326	0.50	6.51	65.10	329.10	361.90	468.40
DISEÑO FINAL:									
3/8"CP + SP +MS	638	15.01	285	0.45	7.66	47.85	388.60	458.20	503.70

Fuente: Elaboración propia

Grafica N°09: Resistencia del concreto patrón con A. G. del TM 3/8"



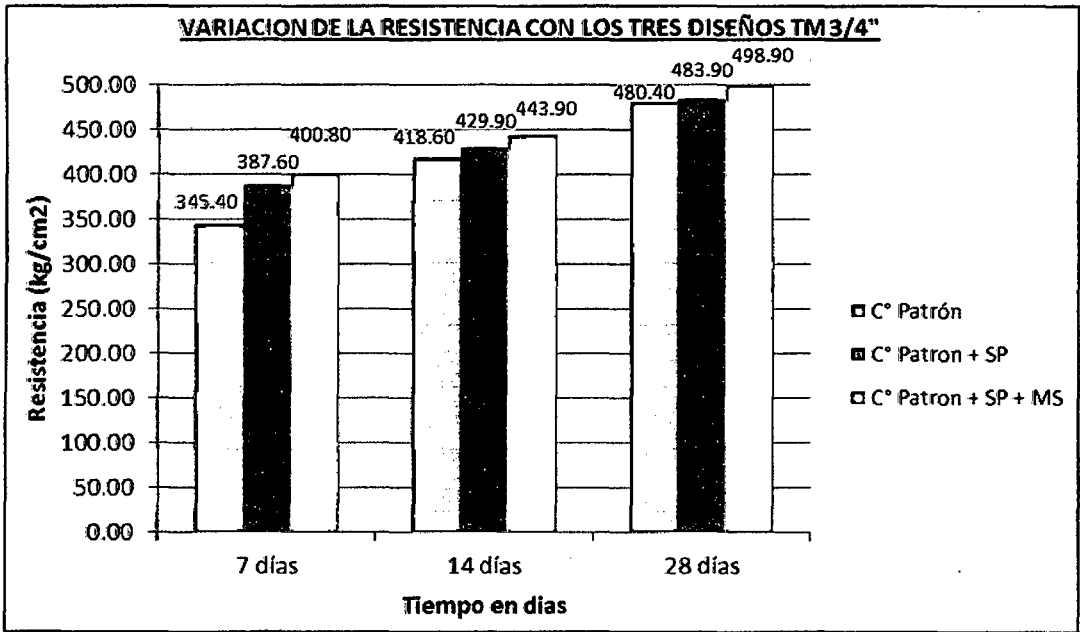
4.4 COMPARACION DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

Cuadro N° 22: Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilíce, usando agregado grueso del TM 3/4"

Tiempo de curado en días	C° Patrón	C° Patrón + SP	C° Patrón + SP + MS
7 días	345.40	387.60	400.80
14 días	418.60	429.90	443.90
28 días	480.40	483.90	498.90

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°10: Comparación de las resistencias en los tres diseños con TM 3/4".

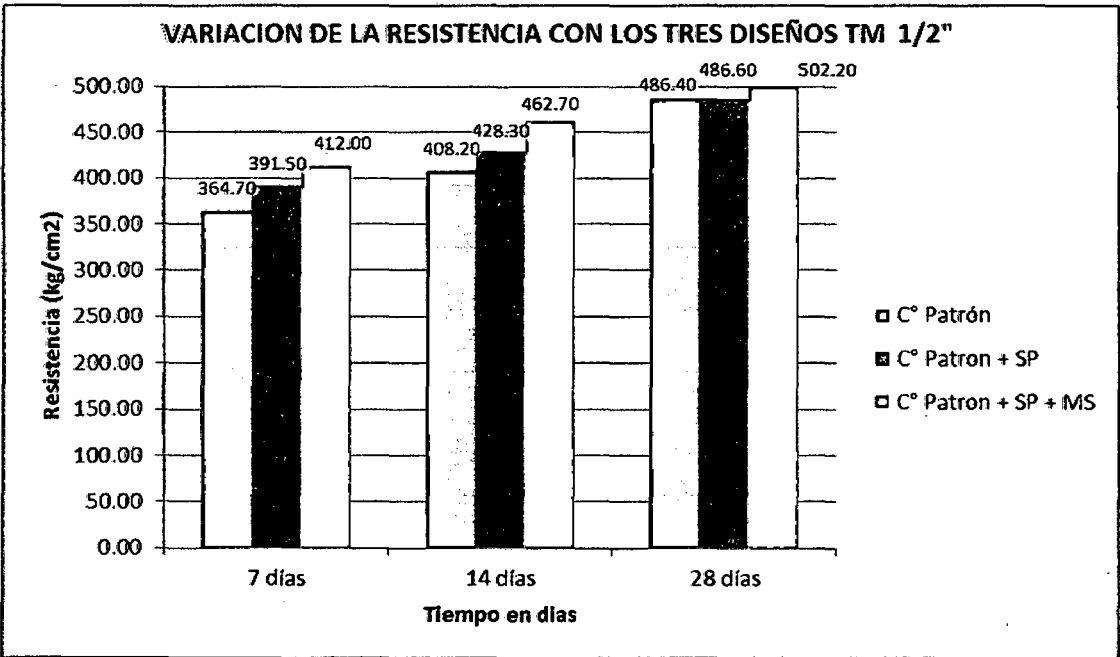


Cuadro N° 23: Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilice, usando agregado grueso del TM 1/2"

Tiempo de curado en días	C° Patrón	C° Patrón + SP	C° Patrón + SP + MS
7 días	364.70	391.50	412.00
14 días	408.20	428.30	462.70
28 días	486.40	486.60	502.20

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°11: Comparación de las resistencias en los tres diseños con TM 1/2"

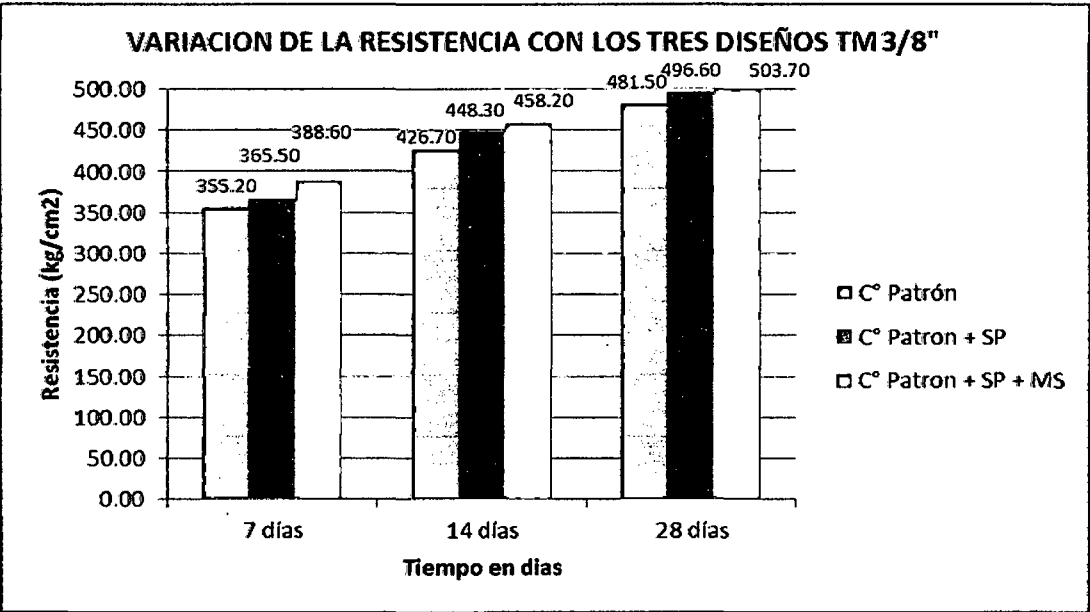


Cuadro N° 24: Comparación de resistencias del concreto patrón, concreto con aditivo, y concreto con aditivo y microsilice, usando agregado grueso del TM 3/8"

Tiempo de curado en días	C° Patrón	C° Patrón + SP	C° Patrón + SP + MS
7 días	355.20	365.50	388.60
14 días	426.70	448.30	458.20
28 días	481.50	496.60	503.70

Fuente: Elaboración propia.

Grafica N°12: Comparación de las resistencias en los tres diseños con TM 3/8"



**4.5 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C= 480 KG/CM2 CON AGREGADOS TM 3/4"**

MUESTRAS	RESISTENCIA INDIVIDUAL DE 02 ESPECIMENES		PROMEDIO REPRESENTATIVO
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]
1	473	475	474
2	480	485	483
3	485	483	484
4	488	490	489
5	477	480	479
6	490	487	489
7	495	493	494
8	490	492	491
9	485	483	484
10	477	480	479
11	497	495	496
12	484	482	483
13	488	490	489
14	501	503	502
15	498	502	500

Cuadro N° 25: Resistencia a la compresión del concreto patrón con TM 3/4" a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 26: Resistencia a la compresión del concreto patrón más superplastificante y microsilíce con TM 3/4" a los 28 días

MUESTRAS	RESISTENCIA INDIVIDUAL DE 02 ESPECIMENES		PROMEDIO REPRESENTATIVO
	[Kg/cm <sup>2</sup> ]		[Kg/cm <sup>2</sup> ]
1	503	504	504
2	502	503	503
3	488	486	487
4	485	487	486
5	490	493	492
6	505	508	507
7	498	496	497
8	506	509	508
9	510	513	512
10	508	511	510
11	507	505	506
12	490	491	491
13	503	500	502
14	495	493	494
15	510	512	511

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 27: Medidas estadísticas de las resistencias a la compresión a los 28 días del concreto patrón y concreto patrón más superplastificante y microsilíce

MEDIDAS ESTADISTICAS/ MUESTRAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Kg/cm <sup>2</sup>	
	CONCRETO PATRON	CONCRETO PATRON+SP +MS
1	474	504
2	483	503
3	484	487
4	489	486
5	479	492
6	489	507
7	494	497
8	491	508
9	484	512
10	479	510
11	496	506
12	483	491
13	489	502
14	502	494
15	500	511
PROMEDIO	488 Kg/Cm <sup>2</sup>	501 Kg/Cm <sup>2</sup>
DESVIACION ESTANDAR	7,98 Kg/Cm <sup>2</sup>	8,84 Kg/Cm <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE VARIACION	1,64%	1,76%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 28: Análisis de varianza para el análisis de tratamientos

Tratamiento 1: diseño Patrón;

Tratamiento 2: diseño Patrón más Superplastificante y microsilíce

Fuentes de Variación (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F <sub>0</sub>	Sig
Tratamientos	1	1255	1255	17,72	.000
Error	28	1982	71		
Total	29	3237			

Fuente: Elaboración propia

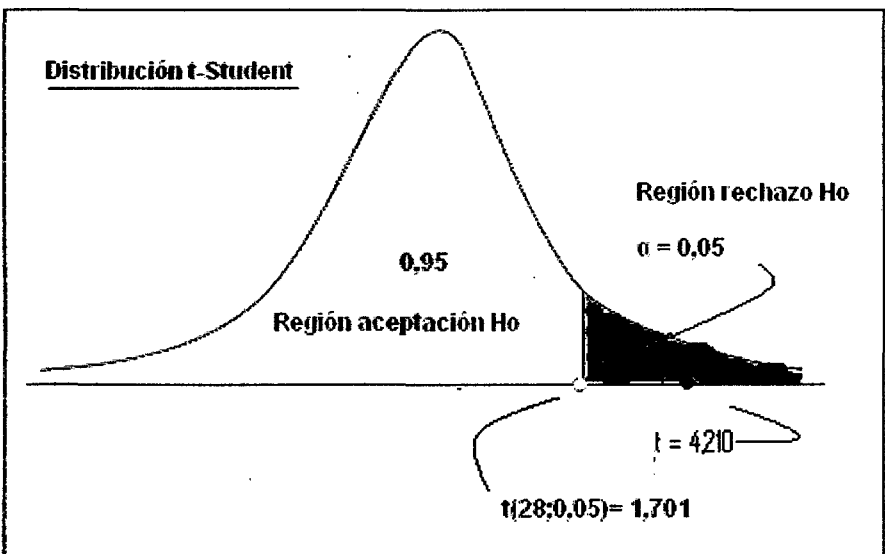
Cuadro N° 29: Contratación de hipótesis del Estudio

Basado en los resultados de Resistencia a la Compresión. (Kg/Cm<sup>2</sup>)

Hipótesis	Nivel de significación	Estadístico de Prueba	g.l.	t-tabulado	Decisión $t_{\text{calculado}} > t_{\text{tabulado}}$
$H_0: \mu_B = \mu_A$ $H_1: \mu_B > \mu_A$	$\alpha = 0,05$	T – Student  $t_{\text{calculado}} = 4,210$	28	1,701	Se acepta la $H_A$

Fuente: Elaboración propia

Grafica N°13: Gráfica de la curva de la Distribución t-Student:



Fuente: Elaboración propia

## **V. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS**

### **5.1. ANALISIS**

#### **5.1.1 Generalidades**

Las conclusiones de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos llevados acabo en la investigación "Obtención del concreto de alta resistencia", constituye una parte de suma importancia.

Los materiales usados para la presente investigación fueron:

- Agregado fino procedente de la Cantera Shapaja del rio Huallaga.
- Agregado grueso chancado procedente de la Cantera Shapaja del rio Huallaga.
- Cemento Pacasmayo tipo I.
- Aditivo superplastificante: Superplastificante CHEMA SUPER PLAST.
- Microsílice RHEO MAC SF100.

Para este análisis solo se está considerando el diseño final con el uso del agregado grueso del Tamaño Máximo de 3/4", por ser el más utilizado en concretos.

Todo lo relacionado al manejo de ensayos de agregados, se hicieron bajo las normas peruanas e internacionales.

En cuanto a la resistencia del concreto obtenida, se indica; que no hay un trabajo que permitió compararlo por falta de investigación referente al tema, teniendo como punto de partida la presente investigación, para trabajos similares que puedan investigarse en el futuro.

#### **5.1.2 Ensayos Preliminares:**

Se realizaron los ensayos de los agregados (piedra chancada y arena gruesa) de la cantera indicada para obtener sus propiedades físicas y determinar su aplicación.



Para el concreto patrón, los porcentajes de arena y piedra en el diseño final fueron del 40% y 60% respectivamente y ensayados mediante prueba de resistencia a la compresión para una edad de 7 días.

Las dosificaciones del aditivo se obtuvieron a partir del concreto patrón, adicionando aditivo en diferentes dosificaciones y seleccionando de acuerdo a resultados, usando como diseño final para el concreto con aditivo superplastificante la dosificación de 1.20% respecto al peso del cemento.

El diseño del concreto con aditivo más microsilíce se obtuvo a partir del concreto patrón con aditivo, añadiendo la microsilíce en diferentes dosificaciones, para lo cual se tuvo que agregar el aditivo superplastificante, siendo la dosificación final del microsilíce de 7.5% respecto al peso del cemento.

### **5.1.3 Agregados**

#### **5.1.3.1 Agregado Fino:**

El agregado fino para el concreto patrón, se utilizó de la cantera Shapaja, margen izquierda del río Huallaga en una proporción de 40%. En la gráfica de la curva granulométrica se puede apreciar que la curva se encuentra dentro de los límites determinados por la norma NTP 400.012, además la curva es tendida, lo cual indica el material es bueno.

Las características físicas se encuentran dentro de los límites exigidos por las normas técnicas.

#### **5.1.3.2 Agregado Grueso:**

El agregado grueso, al igual que el agregado fino se utilizó de la Cantera Shapaja margen izquierda del río Huallaga, procediéndose a su chancado antes de su utilización.

Las características físicas se encuentran dentro de los límites exigidos por las normas técnicas.

#### **5.1.4 Propiedades del Concreto en Estado Fresco**

El control de calidad del concreto fresco depende de en primera instancia de los procedimientos de muestreo que permitan contar con muestras representativas, la norma ASTM C 172 da las pautas a seguirse en el muestreo, las mismas que fueron aplicadas en el presente trabajo verificándose la efectividad de sus resultados:

El tiempo transcurrido entre la obtención de dos porciones para formar una muestra debe ser como máximo 15 min., es decir el espacio de tiempo de elaboración de una tanda a otra no debe exceder los 15 minutos

Las muestras deben transportarse al sitio donde se moldearán las probetas. El moldeo de probetas para ensayos de compresión debe iniciarse dentro de los 15 minutos luego del muestreo.

El tiempo entre la obtención y el manipuleo de la muestra debe ser el menor posible, cuidándose en todo momento de protegerlas del sol y otras fuentes de evaporación.

##### **5.1.4.1 Consistencia**

El concreto fresco está sujeto a pérdida de slump conforme corre el tiempo después de elaborada la tanda de mezcla, mas aún si ésta contiene microsilice, éste comportamiento se pudo verificar al prepararse las tandas de prueba, por tanto, sobre todo al trabajarse con microsilice, en un proceso constructivo de dimensiones, deberá prestarse suma atención al cambio de las características del slump desde el centro de producción hasta el sitio de colocación.

Por tanto deben permitirse incrementos del slump cuando se utilizan aditivos químicos, siempre que el concreto tratado con estos tenga la misma relación a/c más baja y no muestre segregación potencial.

#### **4.4.1.2 Peso Unitario:**

Es variable y es muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento de la mezcla al comparar el peso unitario el diseño con el real de obra.

#### **5.1.5 Propiedades del Concreto en Estado Endurecido:**

En el concreto endurecido se pueden realizar muchos ensayos de tipo destructivo y no destructivo para evaluar sus características en éste estado, en el presente trabajo solo trataremos el ensayo de resistencia a la compresión axial en probetas normalizadas de concreto.

##### **5.1.5.1 Resistencia a la compresión**

###### **5.1.5.1.1 Concreto Patrón:**

Se realizaron las roturas de las probetas, en una prensa de capacidad de 600 kg/cm<sup>2</sup>, las muestras fueron especímenes regulares, poca porosidad y deformaciones mínimas, textura uniforme tomándose como aceptable para realizar la prueba; teniendo los resultados en el Cuadro N° 13, para las edades de 7, 14 y 28 días, los mismos que fueron satisfactorios

###### **5.1.5.1.2 Concreto Patrón más Superplastificante:**

Se realizaron las roturas de las probetas, en una prensa de capacidad de 600 kg/cm<sup>2</sup>, las muestras fueron especímenes regulares, poca porosidad y deformaciones mínimas, textura uniforme tomándose como aceptable para realizar la prueba; teniendo los resultados en el Cuadro N° 16 para las edades de 7, 14 y 28 días.

###### **5.1.5.1.3 Concreto Patrón más Superplastificante y Microsilíce**

Se realizaron las roturas de las probetas, en una prensa de capacidad de 600 kg/cm<sup>2</sup>, las muestras fueron especímenes regulares, mínima porosidad y deformación, textura totalmente uniforme tomándose como aceptable para realizar la prueba; teniendo los

resultados en el Cuadro N° 19 para las edades de 7, 14 y 28 días.

## **5.2 DISCUSION DE RESULTADOS.**

### **5.2.1 Agregados**

En la gráfica de curva granulométrica del agregado grueso, se puede notar que la misma no se encontró dentro del uso seleccionado, determinados por la norma NTP 400.012, por lo cual se procedió a realizar combinaciones con el fin de obtener un agregado de granulometría uniforme que este dentro de los límites establecidos en la norma referida. Los resultados de las combinaciones realizadas están descritas en el Cuadro N° 06 (Combinaciones del Agregado Grueso para el uso granulométrico).

Por cuanto es necesario producir en planta el agregado grueso con una granulometría uniformemente graduado para poder utilizar como agregado en concreto de alta resistencia.

Las características físicas del agregado fino si han cumplido con los requisitos que exige la norma, encontrándose su granulometría dentro del uso seleccionado; además posee un módulo de fineza de 2.8 (ver Cuadro N° 04) muy aceptable para concretos de alta resistencia.

### **5.2.2 Ajustes en el Diseño de Mezclas.**

Luego de obtenido las características físicas aceptables de los agregados, así como del cemento y aditivos se procedió a realizar los diseños Tentativos 1 y 2 (ver Anexo 04.1 y 04.2), basados en la teoría para concretos de alta resistencia y la práctica del laboratorista, ingresando los especímenes a la prensa hidráulica, sin obtener los resultados esperados, de tal manera que se hicieron los ajustes en todos los insumos para luego hacer un rediseño en la mezcla. En el diseño tentativo 1 se sometió a la rotura de los especímenes a los 07, 14 y 28 días, lográndose resultados poco satisfactorios en el diseño tentativo 1 con resultados de 50%, 60% y 67% respectivamente. Asimismo en el diseño tentativo 2 se sometieron los especímenes a la rotura a los 7, 14 y 28 días, también obteniéndose

resultados insuficientes, con valores de 68%, 76% y 95% respectivamente (ver Anexo 07: Cuadro de Roturas).

Posteriormente se continuó con los ajustes necesarios para todos los insumos, realizando el diseño de mezcla final (ver Anexo 04.3), sometiendo a la rotura de los especímenes a los 7, 14 y 28 días, obteniéndose resultados satisfactorios, con valores de 72%, 87% y 100% respectivamente. Logrando estar dentro de los rangos establecidos. (ver Anexo 07: Cuadro de Roturas).

### **5.2.3 Diseño del Concreto Patrón**

Este diseño obtenido esta descrito en el párrafo anterior, ya que el diseño final es considerado como el diseño de concreto patrón y posteriormente como base para los demás diseños. De acuerdo a los resultados descritos y mostrados en el Cuadro N° 13, se logró alcanzar la resistencia esperada a los 28 días de curado de los especímenes el valor de 480.40 kg/cm<sup>2</sup>.

### **5.2.4 Diseño del Concreto con Aditivo Superplastificante**

Para este tipo de diseño se tomo como referencia el diseño de concreto patrón, pero adicionándole el Superplastificante como aditivo, con la finalidad de reducir o disminuir la relación agua cemento para incrementar significativamente la resistencia, pero al mismo tiempo manteniendo la trabajabilidad. Este aditivo se le adicionó el varias dosificaciones, llegando a ajustarse al 1.2% del peso del cemento. Se pudo apreciar que al agregar demasiado aditivo, la mezcla se hace viscosa y por lo tanto retarda el tiempo de fraguado, por lo tanto disminuye la resistencia a la compresión; por lo que se llegó a obtener de acuerdo a los ajustes el valor antes mencionado (ver Cuadro N° 16). Lográndose obtener una resistencia a la rotura a la edad de 28 días de 483.90 kg/cm<sup>2</sup>.

### **5.2.5 Diseño del Concreto con Aditivo Superplastificante y Microsílice**

En el diseño de este concreto también se considero al diseño patrón y al diseño del concreto con superplastificante, adicionando a este el Microsilice. Que después de varios ajustes se logro determinar la cantidad de 7.5% del peso del cemento (ver Cuadro N° 19), con lo cual también se pudo

mantener la trabajabilidad de la mezcla del concreto en estado fresco. Lográndose obtener una resistencia de 498.90 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

#### **5.2.6 Consistencia**

El asentamiento de diseño para los diversos tipos de concreto elaborados en la presente tesis estuvo en el rango de 3.0" a 3.5" para los concretos patrón, para concreto patrón con aditivos se ha mantenido el mismo asentamiento equilibrando el microsilíce que absorbe bastante agua por ser material en polvo y muy fino, con el superplastificante. Lo cual se verifica en el Cuadro N° 07.

#### **5.2.7 Peso unitario**

En los especímenes de concreto fresco con aditivos el peso unitario se incrementa, comparado con el concreto patrón; debido a la disminución de vacíos que presenta la mezcla, el cual determinará que estos especímenes lograrán mayor resistencia a la compresión, tal como se obtuvieron en los resultados. En el Cuadro N° 10 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo de peso unitario para el concreto patrón, y concreto patrón con aditivos.

#### **5.2.8 Resultados de la Resistencia a la compresión**

Con el diseño final y definitivo de mezcla, se ha obtenido concreto de alta resistencia para  $f'_c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>, tanto para el concreto patrón como para el concreto con aditivos, llegando a un intervalo de confianza del 95%. Con este diseño se fabricaron 30 especímenes de concreto patrón y 30 especímenes de concreto patrón + aditivos, sometiéndose a prueba de compresión a la edad de 28 días, obteniéndose resultados satisfactorios, como se muestran en los Cuadros N° 25 y 26 respectivamente.

#### **5.2.9 Contrastación de Hipótesis.**

La hipótesis del estudio: Obtener un concreto de alta resistencia  $f'_c = 480$  Kg/cm<sup>2</sup> con concreto patrón y concreto patrón más aditivos; que al comprobarlo en base a los resultados de la resistencia final, se consideró los promedios y sus diferencias tanto de diseño de concreto Patrón y del

diseño Patrón más aditivos, los cuales lograron llegar a la resistencia propuesta.

Entonces se estableció:

Hipótesis Nula:  $H_0: \mu_B = \mu_A$

$H_0$ : Las resistencias medias de ambos (concreto patrón y concreto patrón con aditivos) son iguales.

Hipótesis alternativa:  $H_1: \mu_B > \mu_A$

$H_1$ : La resistencia del concreto Patrón más aditivos es mayor que el Concreto Patrón

Al contrastar estadísticamente, se concluye que se rechaza la Hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa; es decir al 5% de significancia.

Esto quiere decir que las resistencias alcanzadas en el concreto patrón con aditivos, es mayor que las del concreto patrón.

Por lo tanto de acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro N° 27 (Medidas estadísticas de las resistencias a la compresión a los 28 días del concreto patrón y concreto patrón más aditivos), **se valida la hipótesis**, ya que en ambos diseños o tratamientos se logró llegar y sobrepasar a la resistencia propuesta.

## **VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

- a) Se ha logrado obtener concreto de alta resistencia de  $480 \text{ Kg/cm}^2$ ; para la ciudad de Tarapoto, con agregados de la cantera Shapaja, margen izquierda del rio Huallaga, concreto patrón y con aditivos.
- b) El curado de concreto se realizó sumergido en agua y bajo sombra.
- c) El uso de aditivos permitió el aumento de la resistencia del concreto, siendo el microsilíce que presenta esta propiedad pero disminuye la trabajabilidad, por lo que fue necesario el uso del superplastificante que reduce la cantidad de agua y mejora la trabajabilidad.
- d) Se ha logrado aumentar la resistencia del concreto utilizando aditivos en un rango que varía desde el 3% hasta el 5%.
- e) El uso de aditivos aumentó la compacidad del concreto, respecto al concreto patrón.
- f) El peso unitario del concreto en estado fresco con aditivos aumentó en 1.79% con respecto al concreto patrón.
- g) Se ha comprobado, que la resistencia del concreto va en aumento conforme avanza su edad; a los 7 días obtuvieron una resistencia del 72%, a los 14 días un 90%, y a los 28 días superaron el 100%.
- h) El uso de aditivos, permitió una gran disminución del porcentaje de vacíos en la mezcla del concreto, dando como resultado mayor resistencia a la compresión.
- i) Se ha logrado obtener los resultados esperados, porque se realizó los procedimientos y métodos de acuerdo a las normas establecidas, y con los materiales aprobados según especificaciones.



## **6.2 Recomendaciones**

- a) Para obtener un concreto de alta resistencia debe usarse materiales que especifican las normas técnicas, asimismo realizar los ajustes para el diseño final, también es necesario contar con laboratorio implementado, siendo el factor limitante el valor máximo de esfuerzo de la prensa.
- b) Para mayor durabilidad del concreto es necesario utilizar aditivos, permitiendo la disminución de vacíos, e incremento del peso unitario, así como su resistencia.
- c) En cuanto a los agregados debe utilizarse de acuerdo a especificaciones, de granulometría indicada en la norma técnica peruana, debiendo solicitarse al proveedor de acuerdo a requerimiento de diseño.
- d) El agregado a utilizarse para concretos de alta resistencia, debe producirse en planta, haciéndose los ajustes granulométricos a los agregados provenientes de cantera.
- e) Diseñar y aplicar en obras; la utilización de concretos de alta resistencia hasta 480 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo en consideración las recomendaciones antes mencionada.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

- ❖ **ABANTO CASTILLO, Flavio.** Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos. Lima Perú.
- ❖ **AYBAR DE LA TORRE, Miguel.** Tecnología del Concreto. Editorial San Marcos. Lima Perú.
- ❖ **ABRAIRA SANTOS V. y PÉREZ DE VARGAS, Luque A.** Métodos Multivariantes en Bioestadística. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces. 1996.
- ❖ **CALDERON OTOYA, Carlos Enrique.** Estadística para Estudiantes de Administración de Empresas de la Universidad Nacional del Callao. Lima Perú. Marzo 2012.
- ❖ **DEWAR, J. D.** The Indirect Tensile Strength of Concretes of High Compressive Strength. Cement y Concrete Association, 1964.
- ❖ **DI RIENZO, Julio Alejandro.** Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Sexta Edición Córdoba, Argentina, 2005.
- ❖ **GONZALES GARCIA, José Luis,** Las Mezclas de Concreto y sus Resultados en la Ciudad de Tarapoto Utilizando el Método de Agregado Global y Modulo de Finura. [Tesis]. Universidad Nacional de San Martín. Morales Perú. Marzo 2003.
- ❖ **GRUPO CONCRETOS CELULARES.** Alta Tecnología en Concretos. Colombia 2000.
- ❖ **HARMSEM, Teodoro E,** Diseño de Estructuras de Concreto Armado. 2da Edición. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima Perú. Marzo del 2000.
- ❖ **NEVILLE, Adam.** Tecnología del Concreto, Tomo I. Editorial Limusa. México 1988
- ❖ **PINEDA G. Elsi C.** Estudio De La Influencia De Las Propiedades Físicas Del Agregado Grueso. [Tesis] UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI. Barcelona España. Diciembre 2009.
- ❖ **PORTUGAL BARRIGA, Pablo.** Tecnología del Concreto de Alto Desempeño. 1ra Edición. Paris. Junio 2007.
- ❖ **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES,** Diario Oficial El Peruano. Mayo del 2006.
- ❖ **REVISTA EL INGENIERO CIVIL-Nº 118-**Noviembre-Diciembre 2000. Lima Perú.

- ❖ RIVVA LÓPEZ, Enrique. Concretos de Alta Resistencia. 2da Edición. Marzo 2012.
- ❖ SANDOVAL GARAY, Cristian, Diseño de mezclas de Concreto de Alta Resistencia. [Tesis]. Universidad Nacional de San Martín. Morales Perú. Setiembre 2009.
- ❖ TORRES C. Ana. Curso Básico de Tecnología del Concreto. Editorial Universidad de Ingeniería. Lima Perú. Mayo 2004.
- ❖ VI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, Ponencias Concreto de Alta Resistencia. Carlos Aire Untireos, Enrique Rivva López, Cajamarca 1986.

## LINKOGRAFIA

- ❖ CIVIL GEEKS. Cemento, Aditivos y Agregados.  
[<http://civilgeeks.com/2009/12/30/cemento-aditivos-agregados/>] 02 de octubre del 2012.
- ❖ ENCICLOPEDIA LIBRE WIKIPEDIA  
[[http://es.wikipedia.org/wiki/Humo\\_de\\_silice](http://es.wikipedia.org/wiki/Humo_de_silice)]. 25 de agosto del 2012.
- ❖ NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION. Aditivos Químicos para el Concreto. CIP 15. [<http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip15es.pdf>] 16 de octubre del 2012.
- ❖ Técnicas Estadísticas para las Ciencias de la Documentación Inferencia [[http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas\\_Estad%C3%ADsticas\\_para\\_las\\_Ciencias\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste\\_de\\_hip%C3%B3tesis](http://es.wikibooks.org/wiki/T%C3%A9cnicas_Estad%C3%ADsticas_para_las_Ciencias_de_la_Documentaci%C3%B3n/Inferencia/Contraste_de_hip%C3%B3tesis)] 12 diciembre del 2008.
- ❖ UCM. Aula Virtual de Bioestadística, Departamento de Matemáticas Aplicada [[http://e-stadistica.bio.ucm.es/mod\\_anova/anova4.html](http://e-stadistica.bio.ucm.es/mod_anova/anova4.html)] 20 enero 2010.
- ❖ Wikipedia. Coeficiente de Variación [[http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_variaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_variaci%C3%B3n)] 15 de octubre del 2008.
- ❖ Wikipedia. Grados de Libertad [[http://es.wikipedia.org/wiki/Grados\\_de\\_libertad\\_%28estad%C3%ADstica%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Grados_de_libertad_%28estad%C3%ADstica%29)] 12 de marzo del 2013.

## **VIII. ANEXOS**

## **ANEXO N° 01: ENSAYOS PRELIMINARES**

## **ANEXO N° 01.1: ARENA TRITURADA**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
187101502000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'_{C}=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 09/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

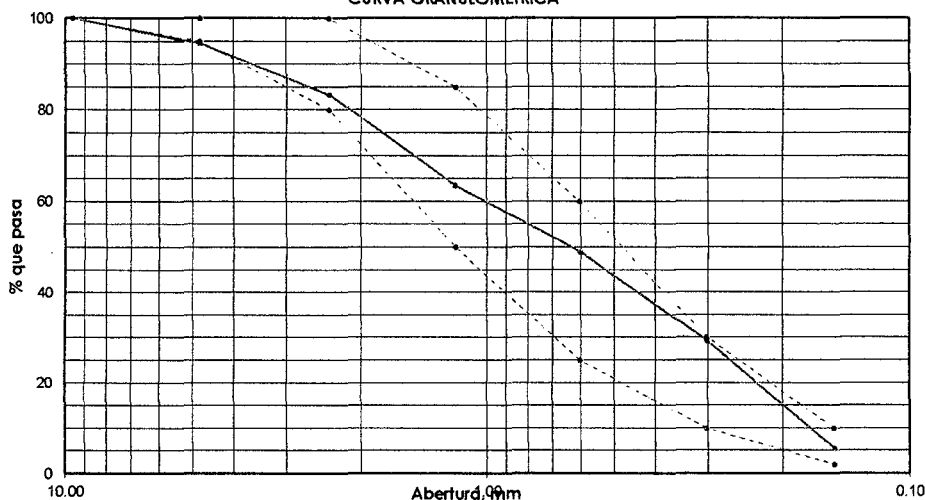
### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]

500.00

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Rel. [%]	Porcent.Rel. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525				100.00	95	100	Diámetro nominal máximo.	4.76
Nº 4	4.760	27.60	5.52	5.52	94.48	80	100	Módulo de finura.	2.80
Nº 8	2.360	56.20	11.24	16.76	83.24	50	85	Peso específico seco (gr/cc)	2.59
Nº 16	1.180	98.60	19.72	36.48	63.52	25	60	Absorción (%)	0.67
Nº 30	0.600	72.80	14.56	51.04	48.96	10	30	Humedad (%)	0.00
Nº 50	0.300	98.50	19.70	70.74	29.26			Peso unitario suelto (Kg/m³)	1565.00
Nº 100	0.150	118.90	23.78	94.52	5.48	2	10	Peso unitario compact. (Kg/m³)	1626.00
<Nº 100	0.000	27.40	5.48	100.00	0.00				
		500.00	100.00						

CURVA GRANULOMETRICA



### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr] 864.00
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr] 479.00
3. Peso Agua	[gr] 385.00
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr] 477.00
5. Peso de la fiola Nº 01	[gr] 179.00
6. Peso de arena secada al horno	[gr] 298.00
7. Peso de arena s. s. s.	[gr] 300.00
8. Volumen del balón	[cc] 500.00
Resultados	Cálculos
9. Peso específico de masa	[gr/cc] 2.59
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc] 2.61
11. Peso específico aparente	[gr/cc] 2.64
12. Porcentaje de absorción	[%] 0.67

### 3. MALLA Nº 200 (ASTM C 117)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	0.00
2. Peso Tara + Suelo seco, [gr]	500.00
3. Peso Tara + Suelo Seco lavado, [gr]	475.85
4. Peso finos lavados, [gr]	24.15
5. Peso Suelo Seco, [gr]	475.85
6. Contenido de finos, [%]	4.83

NOTAS Arena de regular gradacion.

Pasante Malla 200 = 1,56%  $\sqrt{}$  (máx. permisible 6,0%)  
módulo de finura algo grueso (3,20)  $\sqrt{}$ ,  
recomendable : 2,10-2,80.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA, CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lensm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 09/03/2012

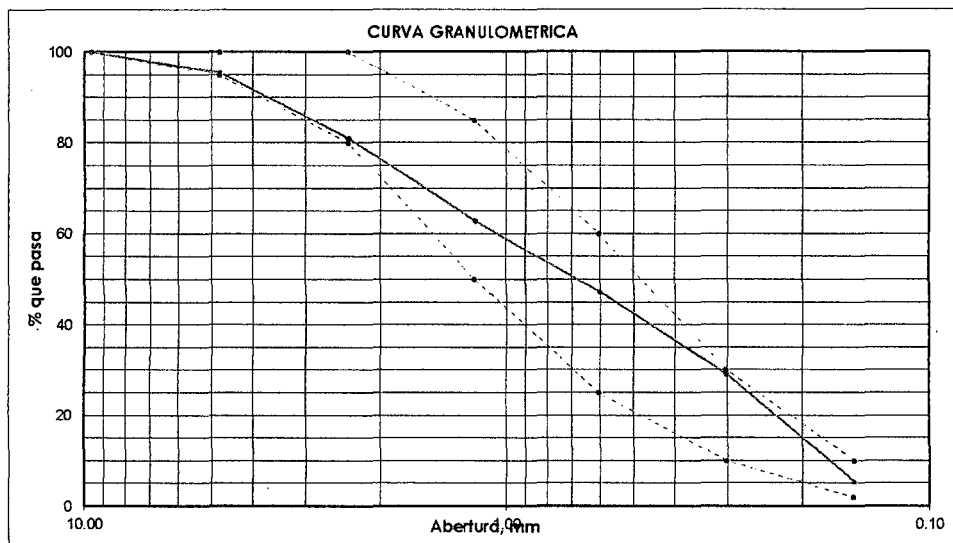
ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO FINO.(ARENA)

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]	500.00
-------------------------	--------

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acumulado [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASIM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525				100.00			Díámetro nominal máximo.	4.76
Nº 4	4.760	22.80	4.56	4.56	95.44	95	100		
Nº 8	2.360	71.70	14.34	18.90	81.10	80	100	Módulo de finura.	2.80
Nº 16	1.180	91.40	18.28	37.18	62.82	50	85	Peso específico seco (gr/cc)	2.58
Nº 30	0.600	77.80	15.56	52.74	47.26	25	60		
Nº 50	0.300	90.60	18.12	70.86	29.14	10	30	Absorción (%)	0.64
Nº 100	0.150	118.70	23.74	94.60	5.40	2	10	Humedad (%)	0.00
<Nº 100	0.000	27.00	5.40	100.00	0.00			Peso unitario suelto (Kg/m³)	1564.00
								Peso unitario compact. (Kg/m³)	1627.00



### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr] 863.50
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr] 479.00
3. Peso Agua	[gr] 384.50
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr] 477.10
5. Peso de la fiola Nº 01	[gr] 179.00
6. Peso de arena secada al horno	[gr] 298.10
7. Peso de arena s. s. s.	[gr] 300.00
8. Volumen del balón	[cc] 500.00
Resultados	Cálculos
9. Peso específico de masa	[gr/cc] 2.58
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc] 2.60
11. Peso específico aparente	[gr/cc] 2.62
12. Porcentaje de absorción	[%] 0.64

### 3. MALLA Nº 200 (ASTM C 117)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	0.00
2. Peso Tara + Suelo seco, [gr]	500.00
3. Peso Tara + Suelo Seco lavado, [gr]	476.25
4. Peso finos lavados, [gr]	23.75
5. Peso Suelo Seco, [gr]	476.25
6. Contenido de finos, [%]	4.75

NOTAS Arena de regular gradacion.

Pasante Malla 200 = 0.20%  $\checkmark$  (máx. permisible 6.0%)  
módulo de finura algo grueso (3.20)  $\checkmark$ ,  
recomendable : 2.10-2.80.





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
laboriosm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARIAN REGION: SAN MARIAN  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 09/03/2012

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

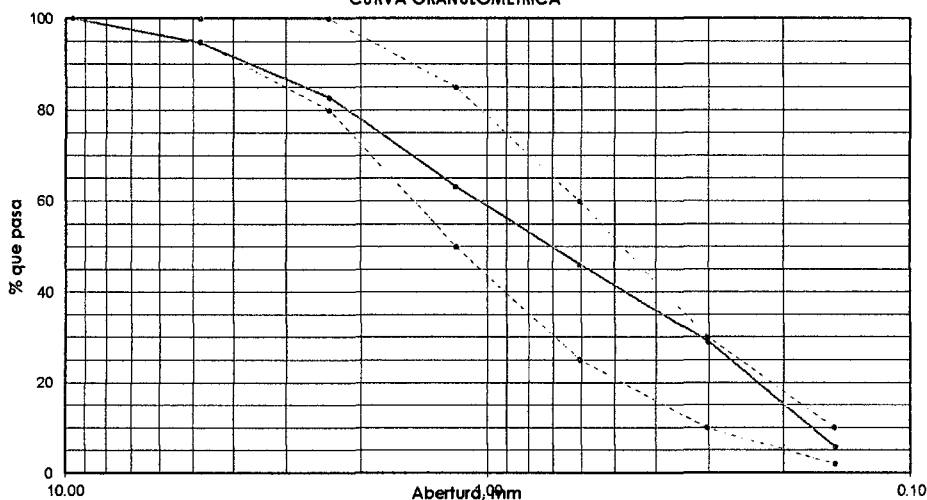
## CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO FINO.(ARENA)

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 500.00

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASIM C-33		Características físicas	
3/8"	9.525				100.00			Diámetro nominal máximo.	4.76
Nº 4	4.760	26.30	5.26	5.26	94.74	95	100		
Nº 8	2.360	60.32	12.06	17.32	82.68	80	100	Módulo de finura.	2.80
Nº 16	1.180	97.26	19.45	36.77	63.23	50	85		
Nº 30	0.600	85.74	17.15	53.92	46.08	25	60	Peso específico seco (gr/cc)	2.59
Nº 50	0.300	85.22	17.04	70.96	29.04	10	30		
Nº 100	0.150	116.58	23.32	94.28	5.72	2	10	Absorción (%)	0.70
<Nº 100	0.000	28.58	5.72	100.00	0.00	0	0	Humedad (%)	0.00
								Peso unitario suelto (Kg/m³)	1561.00
								Peso unitario compacto (Kg/m³)	1626.00

CURVA GRANULOMETRICA



### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

Procedimiento		Cálculos
1. Peso de arena s.s.s. + fiola + peso del agua	[gr]	863.80
2. Peso de arena s.s.s. + peso de fiola	[gr]	479.00
3. Peso Agua	[gr]	384.80
4. Peso de arena secada al horno + fiola	[gr]	476.90
5. Peso de la fiola Nº 01	[gr]	179.00
6. Peso de arena secada al horno	[gr]	297.90
7. Peso de arena s. s. s.	[gr]	300.00
8. Volumen del balón	[cc]	500.00
Resultados		Cálculos
9. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.59
10. Peso específico de masa sup.seco	[gr/cc]	2.60
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.63
12. Porcentaje de absorción	[%]	0.70

### 3. MALLA Nº 200 (ASTM C 117)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	0.00
2. Peso Tara + Suelo seco, [gr]	500.00
3. Peso Tara + Suelo Seco lavado, [gr]	474.67
4. Peso finos lavados, [gr]	25.33
5. Peso Suelo Seco, [gr]	474.67
6. Contenido de finos, [%]	5.07

NOTAS Arena de regular gradacion.

Pasante Malla 200 = 1.73% √ (máx. permisible 6.0%)  
módulo de finura algo grueso( 3.40) √,  
recomendable : 2.10-2.80.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 621555-621556 ATEJO 20  
labmat2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 09/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. ARENA TRITURADA. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	6.176	6.172	6.302	6.396
2. Peso molde	[Kg]	1.700	1.700	1.700	1.700
3. Peso del material	[Kg]	4.476	4.472	4.602	4.696
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1565.00	1564.00	1609.00	1642.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1565.00		1626.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. ARENA TRITURADA. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	6.170	6.173	6.349	6.356
2. Peso molde	[Kg]	1.700	1.700	1.700	1.700
3. Peso del material	[Kg]	4.470	4.473	4.649	4.656
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1564.00	1626.00	1628.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1564.00		1627.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO. ARENA TRITURADA. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	6.165	6.163	6.355	6.346
2. Peso molde	[Kg]	1.700	1.700	1.700	1.700
3. Peso del material	[Kg]	4.465	4.463	4.655	4.646
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0029	0.0029	0.0029	0.0029
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1561.00	1560.00	1628.00	1624.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1561.00		1626.00	



JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 01.2: AGREGADO GRUESO  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
Intercambio 2009a@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'_{C}=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 05/03/2012

ASESOR: ING. EDUARDO PINCHI VASQUEZ



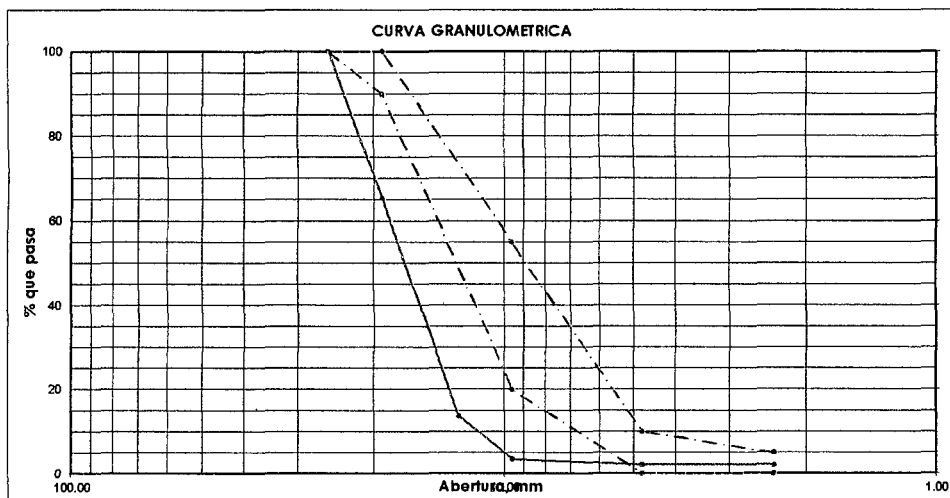
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 11286.00

Mailas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400				100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.65
3/4"	19.050	3919.00	34.72	34.72	65.28	90	100	Absorción (%)	0.58
1/2"	12.700	5812.00	51.50	86.22	13.78	0	10	Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1158.00	10.26	96.48	3.52	0	5	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1496.0
Nº 4	4.760	155.00	1.37	97.85	2.15			Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1561.0
Nº 8	2.360	12.00	0.11	97.96	2.04				
< Nº 8	0.000	230.00	2.04	100.00	0.00				



#### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5145.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5175.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3234.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.65
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.67
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.69
7. Porcentaje de absorción [%]	0.58

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521583-521564 ANEXO 20  
[mailto:labmat@unsm.edu.pe] [http://www.unsm.edu.pe]  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'_{C}=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 05/03/2012

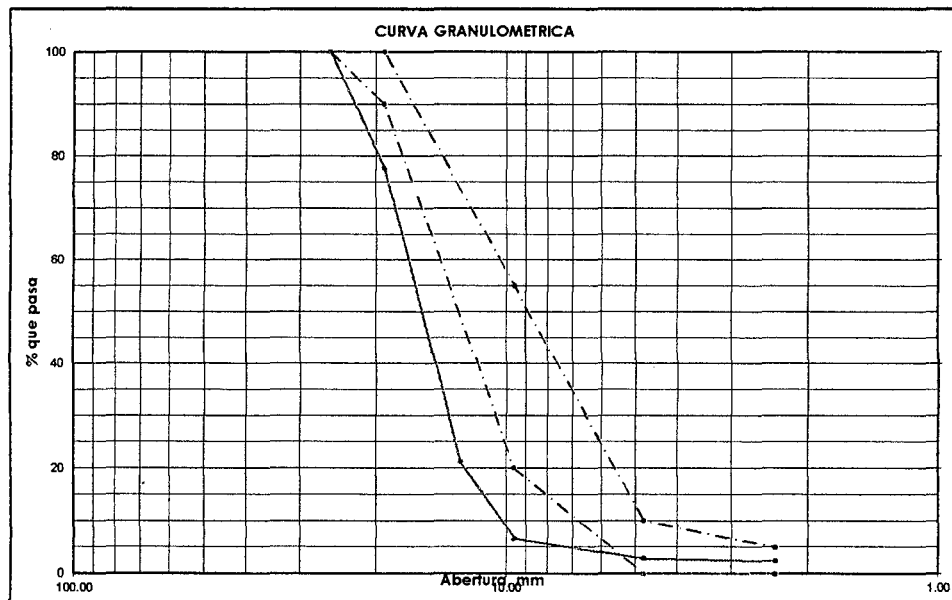
ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]	13600.00
-------------------------	----------

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400				100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.66
3/4"	19.050	3035.00	22.32	22.32	77.68	90	100	Absorción (%)	0.54
1/2"	12.700	7684.00	56.50	78.82	21.18	20	55	Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1982.00	14.57	93.39	6.61	0	10	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1490.0
Nº 4	4.760	510.00	3.75	97.14	2.86	0	5	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1558.0
Nº 8	2.360	60.00	0.44	97.58	2.42				
< Nº 8	0.000	329.00	2.42	100.00	0.00				



### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno	[gr] 5031.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr] 5058.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr] 3166.0
Resultados	
4. Peso específico de masa	[gr/cc] 2.66
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc] 2.67
6. Peso específico aparente	[gr/cc] 2.70
7. Porcentaje de absorción	[%] 0.54

### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521583-521366 ANEXO 20  
laboriosm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS :

"DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'_{C}=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 05/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ



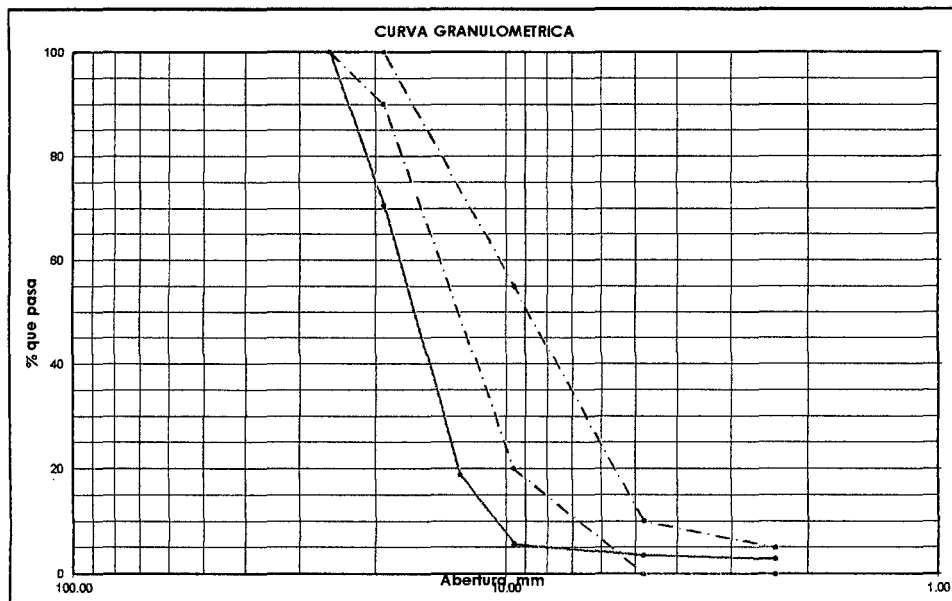
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 14190.00

Mailas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Percent.Ret. [%]	Percent.Ret. Acumulado [%]	Percent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/4"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400				100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.64
3/4"	19.050	4168.00	29.37	29.37	70.63	90	100	Absorción (%)	0.59
1/2"	12.700	7346.00	51.77	81.14	18.86	20	55	Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1869.00	13.17	94.31	5.69	0	10	Peso unitario suelto (Kg/m³)	1496.0
Nº 4	4.760	305.00	2.15	96.46	3.54	0	5	Peso unitario compactado (Kg/m³)	1558.0
Nº 8	2.360	93.00	0.66	97.12	2.88				
< Nº 8	0.000	409.00	2.88	100.00	0.00				



### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos	
1. Peso de muestra secada al horno	[gr]	5046.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca	[gr]	5076.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua	[gr]	3167.0
Resultados		Cálculos
4. Peso específico de masa	[gr/cc]	2.64
5. Peso específico de masa superficialmente seco	[gr/cc]	2.66
6. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.69
7. Porcentaje de absorción	[%]	0.59

### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO, JR. ORELLANA CHAORA 06 TELEFONO 621363-621394 ANEJO 20  
WWW.UNSM2000.COM  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 05/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. T.M.N. 3/4". MUESTRA 1. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	19.370	19.340	19.920	20.020
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	14.225	14.195	14.775	14.875
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1497.00	1494.00	1555.00	1566.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1496.00		1561.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. T.M.N. 3/4". MUESTRA 2. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	19.310	19.290	19.910	19.970
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	14.165	14.145	14.765	14.825
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1491.00	1489.00	1554.00	1561.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1490.00		1558.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. T.M.N. 3/4". MUESTRA 3. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	19.380	19.340	19.915	19.970
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	14.235	14.195	14.770	14.825
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1498.00	1494.00	1555.00	1561.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1496.00		1558.00	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 01.3: AGREGADO GRUESO  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORILLANA CUSCO 05 TELEFONO 521583-521584 ANEXO 20  
HUALLAGA 20000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

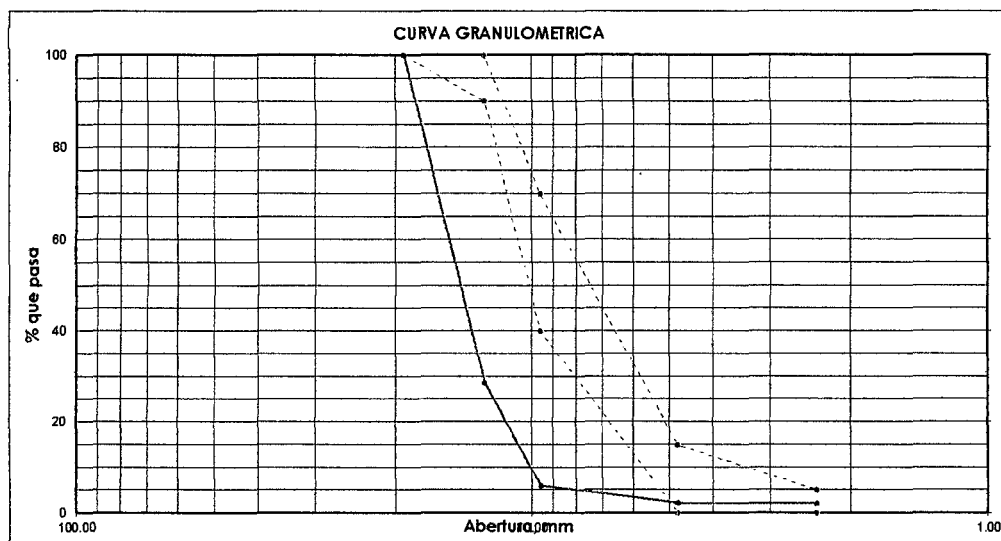
FECHA: 06/03/2012

ASESOR: ING. EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco. [gr]		8100.00						Características físicas	
Malas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. Ret. [%]	Porcent. Ret. Acumulado [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 457			
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	1/2"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400							Peso específico seco (gr/cc)	2.64
3/4"	19.050				100.00	100	100	Absorción (%)	0.71
1/2"	12.700	5791.00	71.49	71.49	28.51	90	100	Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1826.00	22.54	94.03	5.97	40	70	Peso unitario suelto (Kg/m³)	1455.00
Nº 4	4.760	301.00	3.72	97.75	2.25	0	15	Peso unitario compactado (Kg/m³)	1528.00
Nº 8	2.360	15.00	0.19	97.94	2.06	0	5		
< Nº 8	0.000	167.00	2.06	100.00	0.00				



#### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5076.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5112.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3192.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.64
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.66
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.69
7. Porcentaje de absorción [%]	0.71

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.  
necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
C/2000 UNIVERSITARIO JR. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 621385-621384 ATIXED 20  
mailto:m2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN** : **DISTRITO**: TARAPOTO **PROVINCIA**: SAN MARTIN **REGION**: SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA**: 06/03/2012

**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR**: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 1/2". MUESTRA 1. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.973	18.958	19.650	19.664
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	13.828	13.813	14.505	14.519
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1456.00	1454.00	1527.00	1528.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1455.00		1528.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 1/2". MUESTRA 2. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.972	18.961	19.640	19.652
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	13.827	13.816	14.495	14.507
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1455.00	1454.00	1526.00	1527.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1455.00		1527.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 1/2". MUESTRA 3. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	18.930	18.965	19.695	19.675
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	13.785	13.820	14.550	14.530
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1451.00	1455.00	1532.00	1529.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1453.00		1531.00	



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 01.4: AGREGADO GRUESO  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521585-521584 ANEXO 20  
comunism2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTÍN REGION: SAN MARTÍN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 07/03/2012

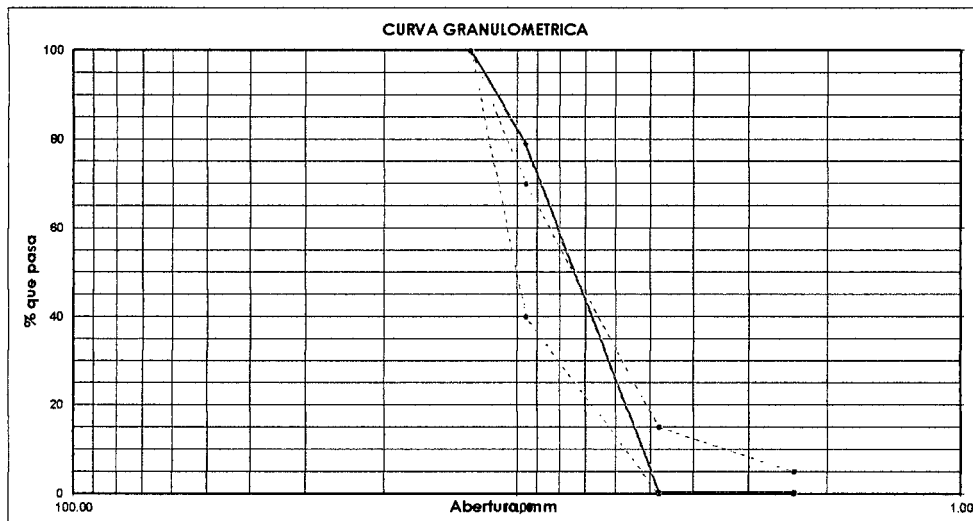
ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 5540.00

Mailas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máxima.	3/8"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400							Peso específico seco (gr/cc)	2.61
3/4"	19.050				100.00	100	100	Absorción (%)	0.86
1/2"	12.700							Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1163.00	20.99	20.99	79.01	40	70	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1295.0
Nº 4	4.760	4356.00	78.63	99.62	0.38	0	15	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1394.0
Nº 8	2.360	5.00	0.09	99.71	0.29	0	5		
< Nº 8	0.000	16.00	0.29	100.00	0.00				



#### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5250.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5295.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3286.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.61
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.64
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.67
7. Porcentaje de absorción [%]	0.86

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS: grava mal gradada.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521585-521584 ANEXO 20  
DRELLANA CUADRA 05  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

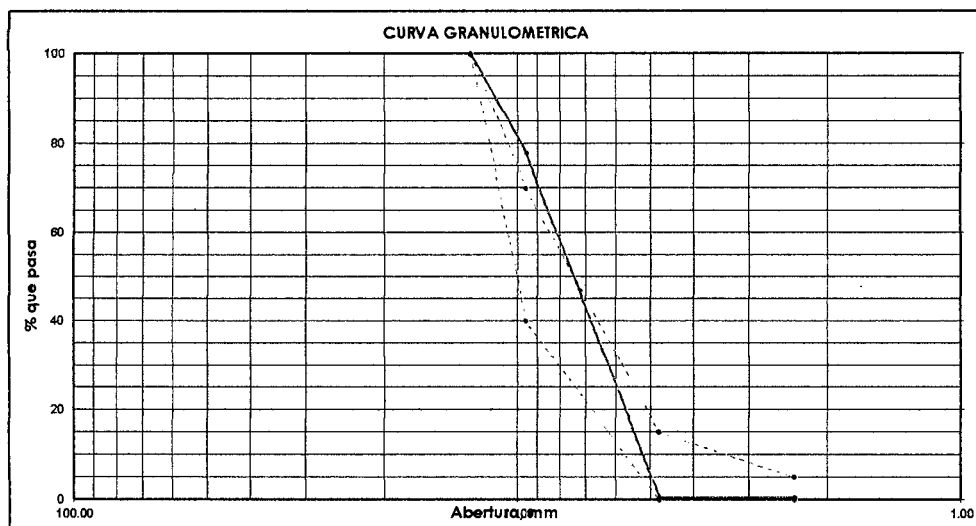
FECHA: 07/03/2012

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 5022.00

Mallas	Apertura [mm]	Peso retenido [grs]	Percent.Ret. [%]	Percent.Ret. Acumulado [%]	Percent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/8"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400							Peso específico seco [gr/cc]	2.60
3/4"	19.050				100.00	100	100	Absorción (%)	0.85
1/2"	12.700							Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1116.00	22.22	22.22	77.78	40	70	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1292.0
Nº 4	4.760	3884.00	77.34	99.56	0.44	0	15	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1391.0
Nº 8	2.360	7.00	0.14	99.70	0.30	0	5		
< Nº 8	0.000	15.00	0.30	100.00	0.00				



#### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5276.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5321.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3290.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.60
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.62
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.66
7. Porcentaje de absorción [%]	0.85

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521355-521354 ANEXO 20  
PUNTA MIZQUE, 20m al S.O.  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

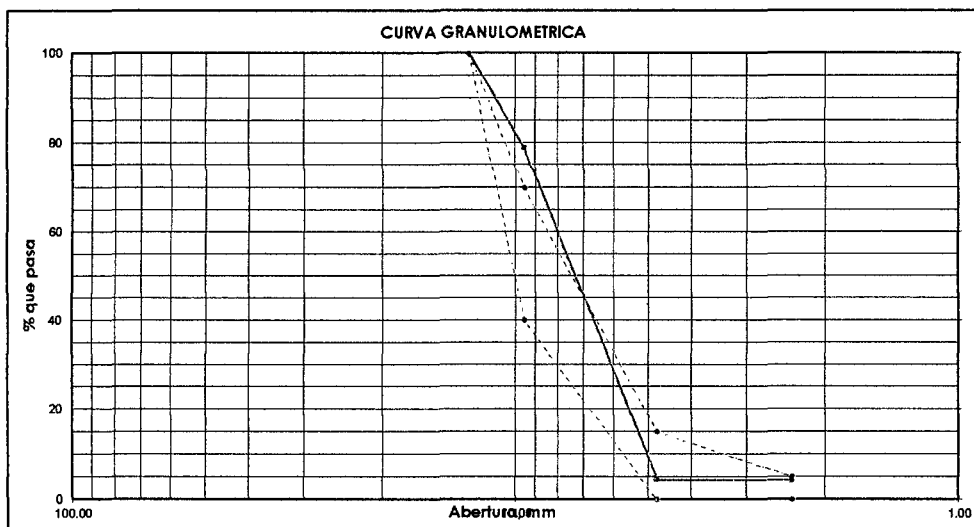
FECHA: 07/03/2012

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]			5089.00				JUAN ERMITAÑO MENDOZA INGENIERO CIVIL CIRN JEFE DE LABORATORIO Características físicas		
Mañas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Percent.Ret. [%]	Percent.Ref. Acumulado [%]	Percent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457			
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/8"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400							Peso específico seco (gr/cc)	2.61
3/4"	19.050				100.00	100	100	Absorción (%)	0.80
1/2"	12.700							Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1070.00	21.03	21.03	78.97	40	70	Peso unitario suelto (Kg/m³)	1292.0
Nº 4	4.760	3796.00	74.59	95.62	4.38	0	15	Peso unitario compactado (Kg/m³)	1392.0
Nº 8	2.360	8.00	0.16	95.78	4.22	0	5		
< Nº 8	0.000	215.00	4.22	100.00	0.00				



#### 2. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5139.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5180.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3213.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.61
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.63
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.67
7. Porcentaje de absorción [%]	0.80

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CORREO UNIVERSITARIO: DR. ORELLANA@UNSM-PE  
TEL: 0521384-621384 AÑEXO 20  
mailto:unsm2006@unsm1.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN** : **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 07/03/2012

**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS.

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 3/8". MUESTRA 1. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	17.470	17.432	18.375	18.387
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	12.325	12.287	13.230	13.242
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1297.00	1293.00	1393.00	1394.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1295.00		1394.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 3/8". MUESTRA 2. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	17.439	17.390	18.364	18.350
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	12.294	12.245	13.219	13.205
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1294.00	1289.00	1391.00	1390.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1292.00		1391.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. TMN 3/8". MUESTRA 3. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	17.370	17.400	18.380	18.357
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	12.225	12.255	13.235	13.212
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1287.00	1290.00	1393.00	1391.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1289.00		1392.00	

#### PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO. (NORMA ASTM C 29)

Procedimiento		P.U.S.		P.U.C.	
1. Peso molde + material	[Kg]	17.421	17.405	18.370	18.363
2. Peso molde	[Kg]	5.145	5.145	5.145	5.145
3. Peso del material	[Kg]	12.276	12.260	13.225	13.218
4. Volumen del molde	[m <sup>3</sup> ]	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
5. Peso Unitario	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1292.00	1291.00	1392.00	1391.00
6. Peso Unitario Promedio	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1292.00		1392.00	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 02: AGREGADO GRUESO CON  
TAMAÑOS MAXIMOS DE 3/4", 1/2", 3/8",  
PARA SER COMBINADOS PARA ESTAR  
DENTRO DEL USO GRANULOMETRICO**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521583-521584 ANEXO 20  
lcm@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS :

"DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

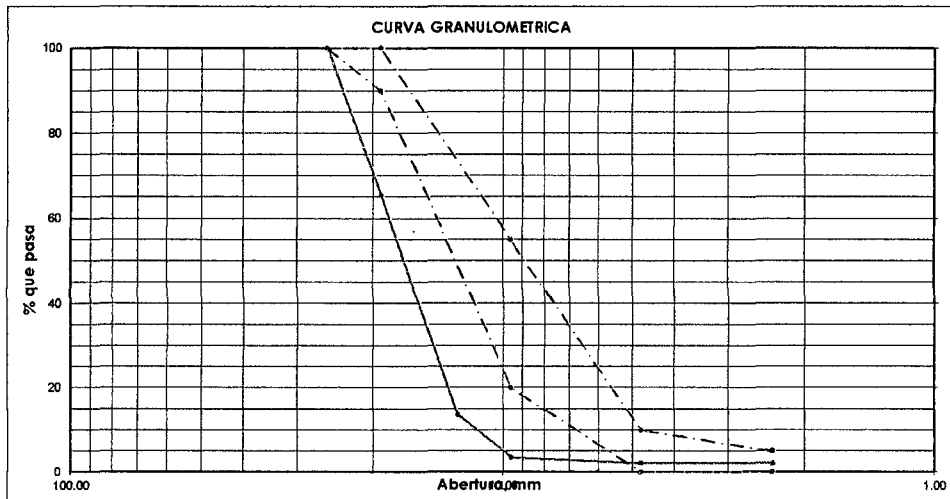
FECHA: 05/03/2012

## CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr] 11286.00

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones Técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal	3/4"
1 1/2"	37.500							máximo	
1"	25.400				100.00	100	100	Módulo de finura	
3/4"	19.050	3919.00	34.72	34.72	65.28	90	100		
1/2"	12.700	5812.00	51.50	86.22	13.78			Peso específico seco (gr/cc)	2.65
3/8"	9.525	1158.00	10.26	96.48	3.52	20	55		
Nº 4	4.760	155.00	1.37	97.85	2.15	0	10	Absorción (%)	0.58
Nº 8	2.360	12.00	0.11	97.96	2.04	0	5		
< Nº 8	0.000	230.00	2.04	100.00	0.00			Humedad (%)	0.00
								Peso unitario suelto (Kg/m³)	1496.0
								Peso unitario compactado (Kg/m³)	1561.0



### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5145.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5175.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3234.0
Resultados	Cálculos
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.65
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.67
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.69
7. Porcentaje de absorción [%]	0.58

### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORELLANA CUAORA 05 TELEFONO 521383-521384 ANEXO 20  
CALLE 1 20050000 SAN MARTIN  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

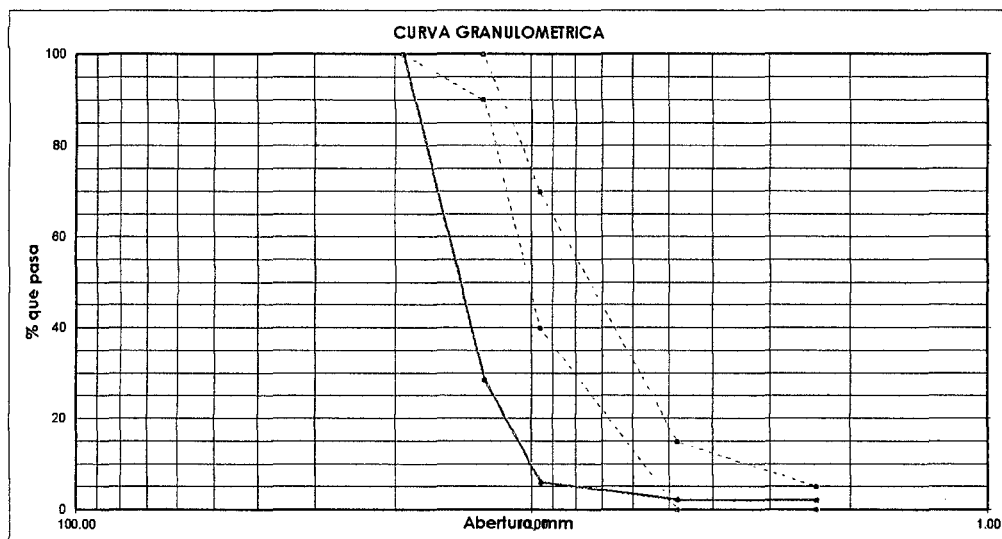
FECHA: 06/03/2012

ASESOR: ING. EDUARDO PINCHI VASQUEZ

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]		8100.00							
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acumulado [%]	Porcent.Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	1/2"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400				100.00	100	100	Peso específico seco (gr/cc)	2.64
3/4"	19.050				28.51	90	100	Absorción (%)	0.71
1/2"	12.700	5791.00	71.49	71.49	5.97	40	70	Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1826.00	22.54	94.03	2.25	0	15	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1455.00
Nº 4	4.760	301.00	3.72	97.75	2.06	0	5	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1528.00
Nº 8	2.360	15.00	0.19	97.94	0.00				
< Nº 8	0.000	167.00	2.06	100.00					



#### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5076.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5112.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3192.0
Resultados	Cálculos
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.64
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.66
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.69
7. Porcentaje de absorción [%]	0.71

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

necesario mezclar con otros tamaños para mejorar la gradación



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CORREO UNIVERSITARIO: J.R. ORELLANA CUADRA DS TELEFONO 521585-521584 ANEXO 20  
R: unsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

FECHA: 07/03/2012

ASESOR: ING. EDUARDO PINCHI VASQUEZ



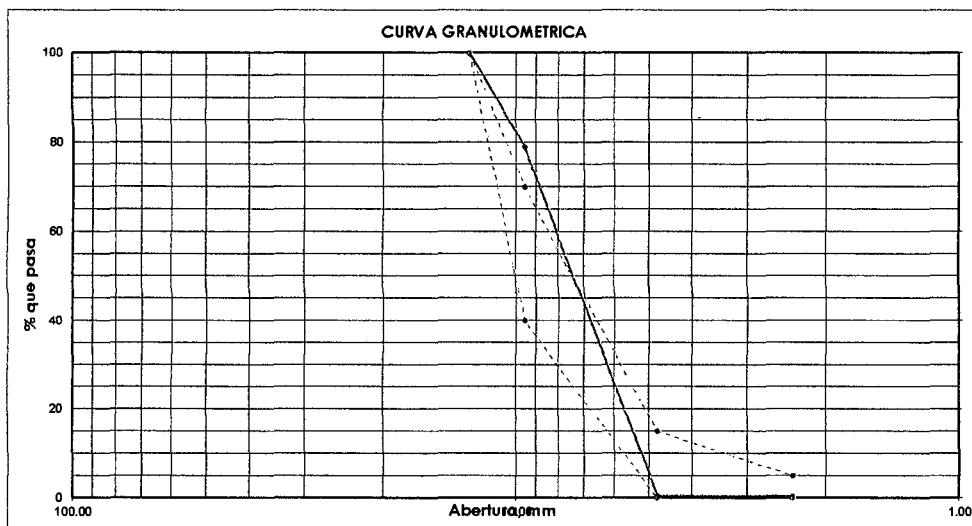
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS. AGREGADO GRUESO.(PIEDRA)

#### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33-83)

Peso Inicial Seco, [gr]		5540.00							
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent. ret. [%]	Porcent. ret. Acumulado [%]	Porcent. Acum. Pasante [%]	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 457		Características físicas	
2"	50.800							Diámetro nominal máximo.	3/8"
1 1/2"	37.500							Módulo de finura.	
1"	25.400							Peso específico seco (gr/cc)	2.61
3/4"	19.050				100.00	100	100	Absorción (%)	0.86
1/2"	12.700							Humedad (%)	0.00
3/8"	9.525	1163.00	20.99	20.99	79.01	40	70	Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1295.0
Nº 4	4.760	4356.00	78.63	99.62	0.38	0	15	Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1394.0
Nº 8	2.360	5.00	0.09	99.71	0.29	0	5		
< Nº 8	0.000	16.00	0.29	100.00	0.00				



#### 2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

Procedimiento	Cálculos
1. Peso de muestra secada al horno [gr]	5250.0
2. Peso de muestra saturada con superficie seca [gr]	5295.0
3. Peso de muestra saturada dentro del agua [gr]	3286.0
Resultados	
4. Peso específico de masa [gr/cc]	2.61
5. Peso específico de masa superficialmente seco [gr/cc]	2.64
6. Peso específico aparente [gr/cc]	2.67
7. Porcentaje de absorción [%]	0.86

#### 3. HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216)

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

NOTAS grava mal gradada.

**ANEXO N° 03: COMBINACIONES DE LOS  
AGREGADOS GRUESOS (%) PARA EL  
USO GRANULOMETRICO**

## **ANEXO N° 03.1: AGREGADO GRUESO CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 3/4" (25%)**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 1/2" (38%)**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (37%)**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

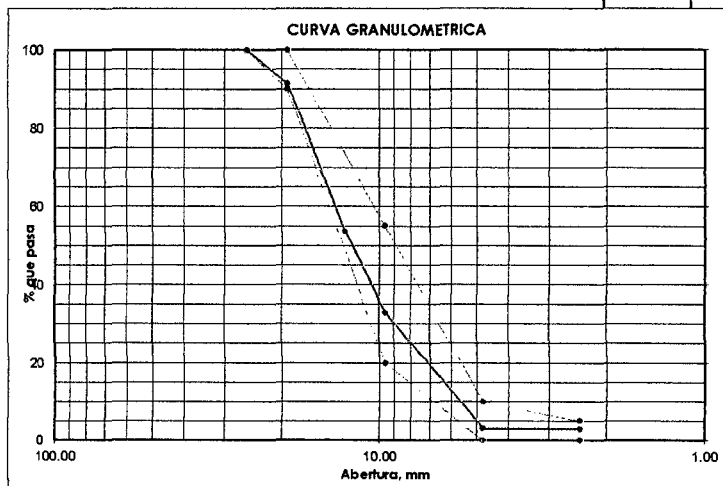
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
requisito2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## ANALISIS GRANULOMETRICO DE COMBINACION DE AGREGADOS PARA TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/4"

Procedimiento sugerido por el AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

Tamices Serie Americana	Descripción	TMN 3/4": 25,0%		TMN 1/2": 38,0%								TMN 3/8": 37,0%		Resultado de Combinación		
		Abertura (mm)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.200															
2 1/2"	63.500															
2"	50.800															
1 1/2"	38.100															
1"	25.400		100.00		100.0											100.00
3/4"	19.050	34.72	65.28		100.00										8.68	91.32
1/2"	12.700	51.50	13.78	65.25	34.75									100.00	37.67	53.65
3/8"	9.525	10.26	3.52	27.30	7.45								21.03	78.97	20.72	32.93
1/4"	6.350	-		-									-		-	32.93
Nº 4	4.760	1.37	2.15	5.03	2.42								74.59	4.38	29.85	3.08
Nº 6	3.360	-		-									-		-	3.08
Nº 8	2.380	0.11	2.04	0.25	2.17								0.16	4.22	0.18	2.90
<Nº 8	1.190	2.04	0.00	2.17									4.22		2.90	0.00

Serie Americana	ESPECIFICACIONES TECNICAS			
	Abert. [mm]	Ret [%]	Pasa [%]	HUSO 67
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400		100.00	100 100
3/4"	19.050	8.68	91.32	90 100
1/2"	12.700	37.67	53.65	
3/8"	9.525	20.72	32.93	20 55
Nº 4	4.760	29.85	3.08	0 10
Nº 8	2.380	0.18	2.90	0 5
Nº 16	1.190	0.00		



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO BENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL C.O.P. Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

## **ANEXO N° 03.2: AGREGADO GRUESO CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 1/2" (13%)**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (87%)**



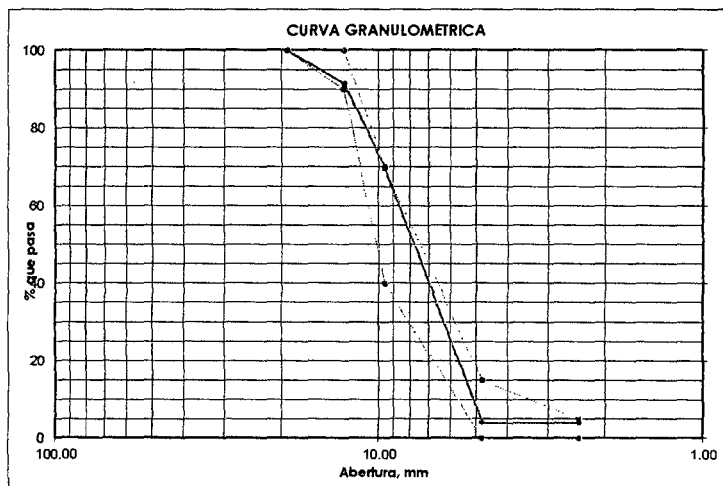
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
CALLEJO UNIVERSITARIO JR ORSELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521353-521354 ANEXO 20  
lennusm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## ANALISIS GRANULOMETRICO DE COMBINACION DE AGREGADOS PARA TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 1/2" Procedimiento sugerido por el AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

Tamices Serie Americana	Descripción	TMN 1/2": 13,0%		TMN 3/8": 87,0%										Resultado de Combinación	
		Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.200														
2 1/2"	63.500														
2"	50.800														
1 1/2"	38.100														
1"	25.400														100.00
3/4"	19.050		100.00											-	100.00
1/2"	12.700	65.25	34.75		100.00									8.48	91.52
3/8"	9.525	27.30	7.45	21.03	78.97									21.85	69.67
1/4"	6.350	-		-										-	
Nº 4	4.760	5.03	2.42	74.59	4.38									65.55	4.13
Nº 6	3.360	-		-										-	
Nº 8	2.380	0.25	2.17	0.16	4.22									0.17	3.95
<Nº 8	1.190	2.17	0.00	4.22										3.95	

Serie Americana	ESPECIFICACIONES TECNICAS			
	Abert. [mm]	Ret [%]	Pasa [%]	HUSO 67
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400		100.0	100
3/4"	19.050	0.0	100.0	100 100
1/2"	12.700	8.5	91.5	90 100
3/8"	9.525	21.8	69.7	40 70
Nº 4	4.760	65.5	4.1	0 15
Nº 8	2.380	0.2	4.0	0 5
Nº 16	1.190	0.0		



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

## **ANEXO N° 03.3: AGREGADO GRUESO CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (65%)**

**AGREGADO GRUESO TAMAÑO MAXIMO DE 1/4" (35%)**



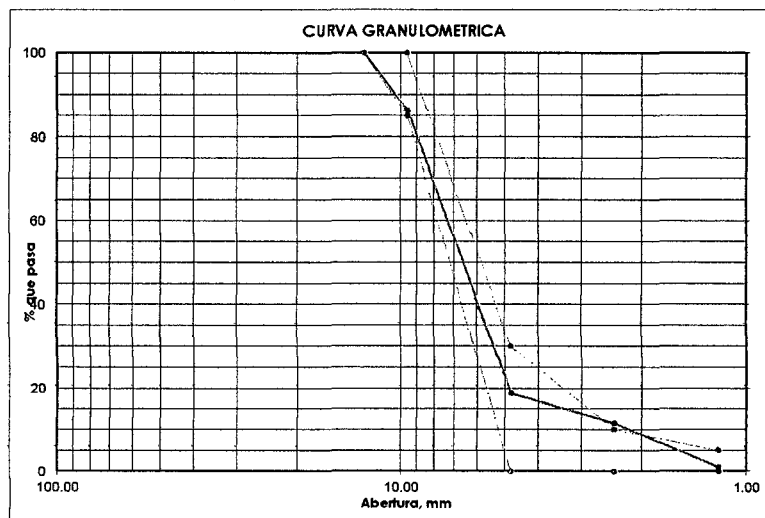
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 03 TELERONO 621363-621364 ANEXO 20  
lensm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## ANALISIS GRANULOMETRICO DE COMBINACION DE AGREGADOS PARA TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 3/8" Procedimiento sugerido por el AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

		TMN 3/8": 65,0%		TMN 1/4": 35,0%						Mezcla A. Fino		Mezcla de Agregados	
Serie Americana	Abertura [mm]									Arena [01]	100.0	Ag. grueso	65.0
		Ret [%]	Pasa [%]	Ret [%]	Pasa [%]			Ret [%]	Pasa [%]	Arena [02]	0.0	Ag. Fino	35.0
1"	25.400		100.00										100.00
3/4"	19.050	0.00	100.00									0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	100.00									0.00	100.00
3/8"	9.525	21.03	78.97	0.00	100.00						100.00	13.67	86.33
1/4"	6.350	0.00	78.97	2.70	97.30					2.70	97.30	0.94	85.39
Nº 4	4.760	74.59	4.38	54.47	42.83					54.47	42.83	67.55	17.84
Nº 6	3.360									0.00			
Nº 8	2.380	0.16	4.22	20.34	22.50					20.34	22.50	7.22	10.62
Nº 10	2.000									0.00			
<Nº8	1.180	4.22	0.00	22.50	0.00					22.50	0.00	10.62	0.00
		0.00		0.00						0.00		0.0	

Serie USA	ESPECIFICACIONES TECNICAS			
	Abert. [mm]	Ret [%]	Pasa [%]	HUSO 67
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			
1/2"	12.700		100.00	100 100
3/8"	9.525	13.67	86.33	85 100
Nº 4	4.760	67.55	18.78	0 30
Nº 8	2.380	7.22	11.56	0 10
Nº 16	1.190	10.62	0.94	0 5
< Nº 16	0.0	0.00		



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 03.4: VALORES DE LOS PESOS  
UNITARIOS, PESOS ESPECIFICOS Y  
PORCENTAJES DE ABSORCION  
CORREGIDOS DE LOS AGREGADOS  
GRUESOS**

**PESOS UNITARIOS**

**1.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 3/4"**

	PUS	PUC
3/4"	1,494	1559
1/2"	1454	1529
3/8"	1292	1392

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 3/4"**

TMN 3/4"	PUS	PUC
	1398	1482

(%) 100	PUS	PUC
25	0.0167336	0.01603592
38	0.0261348	0.02485284
37	0.02863777	0.02658046
	0.07150617	0.06746923

**2.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 1/2"**

	PUS	PUC
1/2"	1454	1529
3/8"	1292	1392

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 1/2"**

TMN 1/2"	PUS	PUC
	1311	1408

(%) 100	PUS	PUC
13	0.00894085	0.00850229
87	0.06733746	0.0625
	0.07627831	0.07100229

**3.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 3/8"**

	PUS	PUC
3/8"	1292	1392
1/4"	1407	1511

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 3/8"**

TMN 3/8"	PUS	PUC
	1330	1431

(%) 100	PUS	PUC
65	0.0503096	0.0466954
35	0.02487562	0.02316347
	0.07518522	0.06985887

**PESOS ESPECIFICOS Y PORCENTAJES DE ABSORCIÓN CORREGIDOS**

**1.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 3/4"**

	p.e.	abs.
3/4"	2.65	0.59
1/2"	2.64	0.71
3/8"	2.61	0.84

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 3/4"**

TMN 3/4"	p.e.	abs.
	2.63	0.71

% 100	p.e.	abs.
25	9.43396226	42.3728814
38	14.3939394	53.5211268
37	14.1762452	44.047619
	38.0041469	139.941627

**2.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 1/2"**

	p.e.	abs.
1/2"	2.64	0.71
3/8"	2.61	0.84

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 1/2"**

TMN 1/2"	p.e.	abs.
	2.61	0.82

% 100	p.e.	abs.
13	4.92424242	18.3098592
87	33.3333333	103.571429
	38.2575758	121.881288

**3.0 VALORES SIN CORREGIR PARA TN 3/8"**

	p.e.	abs.
3/8"	2.61	0.84
1/4"	2.61	0.95

**VALORES CORREGIDOS PARA TN 3/8"**

TMN 3/8"	p.e.	abs.
	2.61	0.88

% 100	p.e.	abs.
65	24.9042146	77.3809524
35	13.4099617	36.8421053
	38.3141762	114.223058



## **ANEXO N° 04: DISEÑOS DE MEZCLAS**

## **ANEXO N° 04.1: DISEÑOS TENTATIVOS I**

## **ANEXO N° 04.1.1: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO INDUSTRIAL ORELLANA CD 0505 TELEFONO 051 244 41244 ARIEXO 20  
lorrmen0000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 12/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m³]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m³]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m3 [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	553.00
AGUA	[Lt.]	238.00
AIRE	[%]	2.00

RELACION A/C	238/553	0.43
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.178	m³
AGUA	0.238	m³
AIRE	0.020	m³
	0.436	m³

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.564	m³
ARENA	0.226	m³
PIEDRA	0.338	m³

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	585.0	Kg/m³
PIEDRA	889.0	Kg/m³

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.71	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CALLE 1000 ENTRE AV. 1000 Y 1001, TARAPOTO - PERU  
TEL: 051 224 411244 FAX: 051 224 411245  
WWW.UNSM-TRP.COM

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 12/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

f'c = 480 kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.90
PIEDRA	-6.30
	-10.20

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

248.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	553.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	248.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	585.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	889.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	11.360	Kg
AGUA	5.100	Lt.
ARENA	12.020	Kg
PIEDRA	18.270	Kg
SP	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
553/553	585/553	889/553	248*42.5/553	
1.00	1.06	1.61	19.10	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	19.10	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	45.05	Kg/saco
PIEDRA	68.43	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	1.01	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.71	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	1.01	1.71	19.10	Lt/saco

**ANEXO N° 04.1.2: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. URELLANA 2000 TELEFONO 521062-521064-415300-20  
RECTORADO DE SAN MARTIN  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c = 480 \text{ KG/CM}^2$ , USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 12/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-4.00
PIEDRA	-6.50
	-10.50

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

230.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM / TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	553.00	Kg/m³
AGUA	230.00	Lt/m³
ARENA	603.00	Kg/m³
PIEDRA	921.00	Kg/m³
SUPERPLASTIFICANTE	5.530	Lt/m³

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	11.360	Kg
AGUA	4.730	Lt.
ARENA	12.390	Kg
PIEDRA	18.930	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.110	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
553/553	603/553	921/553	230*42.5/553	
1.00	1.09	1.67	17.70	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m³
PIEDRA	1398.00	Kg/m³

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p³
AGUA	17.70	Lt/p³
ARENA	44.66	Kg/p³
PIEDRA	39.94	Kg/p³

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	17.70	Lt/saco
ARENA	46.33	Kg/saco
PIEDRA	70.98	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO [DOSIFICACION EN VOLUMEN]

CEMENTO	42.50	pie³/saco
AGUA	17.70	Lt/saco
ARENA	1.04	pie³/saco
PIEDRA	1.78	pie³/saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	1.04	1.78	17.70	Lt/saco



**ANEXO N° 04.1.3: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. R. H. RELANCA C. R. DE DELFOS 195 421281 421284 ARIKUNDO  
WWW.UNSAM-PEVU.COM  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 13/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECÍFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECÍFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> IPASTA

CEMENTO [Kg.] 553.00

AGUA [Lt.] 219.00

AIRE [%] 2.00

RELACION A/C	219/553	0.40
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.178 m<sup>3</sup>

AGUA 0.219 m<sup>3</sup>

AIRE 0.020 m<sup>3</sup>

0.417 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.583 m<sup>3</sup>

ARENA 0.233 m<sup>3</sup>

PIEDRA 0.350 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 603.0 Kg/m<sup>3</sup>

PIEDRA 921.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.

PIEDRA -0.71 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



## **ANEXO N° 04.1.4: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO ARIAS DE ORELLANA CORDON PISTOLADO 224361-224364 AREVIO 26  
TEL: 054-220080 / 220081 / 220082 / 220083 / 220084 / 220085  
FAX: 054-220086 / 220087 / 220088 / 220089 / 220090  
E-MAIL: labmat@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 13/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	596.00	14.02
AGUA	[Lt.]	270.00	
AIRE	[%]	2.50	

RELACION A/C	270/596	0.45
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.192	m <sup>3</sup>
AGUA	0.270	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.487	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.513	m <sup>3</sup>
ARENA	0.205	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.308	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	531.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	805.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



**ANEXO N° 04.1.5: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORELLANA OCHOA - OTTELORNO 121361-421364 ARIQUITO 26  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 14/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO [Kg.] 596.00  
AGUA [Lt.] 258.00  
AIRE [%] 2.50

RELACION A/C	258/596	0.43
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.192 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.258 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.025 m<sup>3</sup>  
0.475 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.525 m<sup>3</sup>  
ARENA 0.210 m<sup>3</sup>  
PIEDRA 0.315 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 544.0 Kg/m<sup>3</sup>  
PIEDRA 823.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.  
PIEDRA -0.82 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE HUALLAGA CUADRA 43 TELÉFONO 521361-521364 AÑO 20  
Internet: www.unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 14/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.60
PIEDRA	-6.70
	-10.30

Lt.

Lt.

Lt.

### AGUA EFECTIVA

268.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	596.00	Kg/m³
AGUA	268.00	Lt/m³
ARENA	544.00	Kg/m³
PIEDRA	823.00	Kg/m³
SUPERPLASTIFICANTE	5.960	Lt/m³

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.250	Kg
AGUA	5.510	Lt.
ARENA	11.180	Kg
PIEDRA	16.910	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.120	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
596/596	544/596	823/596	268*42.5/596	
1.00	0.91	1.38	19.10	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m³
PIEDRA	1311.00	Kg/m³

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p³
AGUA	19.10	Lt/p³
ARENA	44.66	Kg/p³
PIEDRA	37.46	Kg/p³

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	38.68	Kg/saco
PIEDRA	58.65	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie³/saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	0.87	pie³/saco
PIEDRA	1.57	pie³/saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.87	1.57	19.10	Lt/saco

**ANEXO N° 04.1.6: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO ANCHILLAGA CUADRA 45 TELÉFONO 221341-221344 ARIENZO 21  
San Martín 20090@gmail.com  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN** : **DISTRITO**: TARAPOTO **PROVINCIA**: SAN MARTIN **REGION**: SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA**: 14/03/2012

**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR**: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	596.00
AGUA	[Lt.]	258.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	258/596	0.43
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.192	m <sup>3</sup>
AGUA	0.258	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.475	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.525	m <sup>3</sup>
ARENA	0.210	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.315	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	544.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	823.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO ARCEZUJAGA CORONA 91 TELÉFONO 521961-521914 ARIAZO 23  
mailto:unsm.2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO

**PROVINCIA:** SAN MARTIN

**REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 14/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.60	Lt.
PIEDRA	-6.70	Lt.
	-10.30	Lt.

### AGUA EFECTIVA

268.00 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	596.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	268.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	544.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	823.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	5.960	Lt/m <sup>3</sup>
MICROSILICE	59.600	Kg/m <sup>3</sup>

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] :** 0.02055

CEMENTO	12.250	Kg
AGUA	5.510	Lt.
ARENA	11.180	Kg
PIEDRA	16.910	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.120	Lt.
MICROSILICE	1.220	Kg

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
596/596	544/596	823/596	268*42.5/596	
1.00	0.91	1.38	19.10	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	19.10	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	38.68	Kg/saco
PIEDRA	58.65	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	19.10	Lt/saco
ARENA	0.87	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.57	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.87	1.57	19.10	Lt/saco

## **ANEXO N° 04.1.7: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE LUIS CHAVEZ DE TELLO P.O. BOX 521554 AMERICO 20  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 19/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	638.00
AGUA	[Lt.]	297.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	297/638	0.47
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.205	m <sup>3</sup>
AGUA	0.297	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.532	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.468	m <sup>3</sup>
ARENA	0.187	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.281	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	484.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	733.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE ORELLANA CORDON CHILIFORDO 521251-521254 AGOSCO 20  
TEL: 052 220000 @ 052 220000  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 19/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.20
PIEDRA	-6.50
	-9.70

### AGUA EFECTIVA

307.00



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	638.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	307.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	484.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	733.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.110	Kg
AGUA	6.310	Lt.
ARENA	9.950	Kg
PIEDRA	15.060	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
638/638	484/638	733/638	307*42.5/638	
1.00	0.76	1.15	20.50	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	20.50	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	20.50	Lt/saco
ARENA	32.30	Kg/saco
PIEDRA	48.88	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	20.50	Lt/saco
ARENA	0.72	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.29	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.72	1.29	20.50	Lt/saco

**ANEXO N° 04.1.8: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO 21 ORELLANA CUNOCHA 63 TELÉFONO 321851-321854 ANEXO 25  
WWW.UNSM-PE.COM  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 19/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	638.00
AGUA	[Lt.]	286.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	286/638	0.45
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.205	m <sup>3</sup>
AGUA	0.286	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.521	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.479	m <sup>3</sup>
ARENA	0.192	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.287	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	497.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	749.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIMAT, PROGLAUS, CUNDA 01 TELÉFONO 321813-321214 ARIETO 20  
san.unsm.2008@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 19/03/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.30
PIEDRA	-6.60
	-9.90

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

296.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	638.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	296.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	497.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	749.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	6.380	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.110	Kg
AGUA	6.080	Lt.
ARENA	10.210	Kg
PIEDRA	15.390	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.130	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
638/638	497/638	749/638	296*42.5/638	
1.00	0.78	1.17	19.70	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	19.70	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.70	Lt/saco
ARENA	33.15	Kg/saco
PIEDRA	49.73	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	19.70	Lt/saco
ARENA	0.74	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.31	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.74	1.31	19.70	Lt/saco

**ANEXO N° 04.1.9: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO 24 ORELLANA COARDO 41 TELÉFONO 324341-324344 ARIERO 24  
Instituto 20090901 grmk 004  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480 \text{ KG/CM}^2$ , USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 20/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m³]	1563.00	1330.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m³]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m³ (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	638.00
AGUA	[Lt.]	286.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	286/638	0.45
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.205	m³
AGUA	0.286	m³
AIRE	0.030	m³
	0.521	m³

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.479	m³
ARENA	0.192	m³
PIEDRA	0.287	m³

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	497.0	Kg/m³
PIEDRA	749.0	Kg/m³

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO EN OBELLANA CUADRA 85 TELÉFONO 521361-521366 ARIETO 26  
HERRERA RODRIGUEZ@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 20/03/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO, CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.30
PIEDRA	-6.60
	-9.90

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

296.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	638.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	296.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	497.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	749.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	6.380	Lt/m <sup>3</sup>
MICROSILICE	63.800	Kg/m <sup>3</sup>

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] :** **0.02055**

CEMENTO	13.110	Kg
AGUA	6.080	Lt.
ARENA	10.210	Kg
PIEDRA	15.390	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.130	Lt.
MICROSILICE	1.310	Kg

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
638/638	497/638	749/638	296*42.5/638	
1.00	0.78	1.17	19.70	Lt./bolsa

### PEÑO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	19.70	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.70	Lt/saco
ARENA	33.15	Kg/saco
PIEDRA	49.73	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	19.70	Lt/saco
ARENA	0.74	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.31	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.74	1.31	19.70	Lt/saco

## **ANEXO N° 04.2: DISEÑOS TENTATIVOS II**

## **ANEXO N° 04.2.1: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO DEVENIR DE RÍO HUALLAGA CAMPO DE FIE. OFICINA 221231-221234 AGUAYO 20  
tarapoto2006@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 10/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO [Kg.] 570.00  
AGUA [Lt.] 258.00  
AIRE [%] 2.00

RELACION A/C	258/570	0.45
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.183 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.258 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.020 m<sup>3</sup>  
0.461 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.539 m<sup>3</sup>  
ARENA 0.215 m<sup>3</sup>  
PIEDRA 0.324 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 557.0 Kg/m<sup>3</sup>  
PIEDRA 851.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.  
PIEDRA -0.71 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE SAN MARTIN, C/ EL POZO 321315-321316 ARIQUITO 20  
lcoman2009@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 10/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.70	Lt.
PIEDRA	-6.00	Lt.
	-9.70	Lt.

### AGUA EFECTIVA

268.00 Lt.

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	570.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	268.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	557.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	851.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	11.710	Kg
AGUA	5.510	Lt.
ARENA	11.450	Kg
PIEDRA	17.490	Kg
SP	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
570/570	557/570	851/570	268*42.5/570	
1.00	0.98	1.49	20.00	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	20.00	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	20.00	Lt/saco
ARENA	41.65	Kg/saco
PIEDRA	63.33	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	20.00	Lt/saco
ARENA	0.93	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.59	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.93	1.59	20.00	Lt/saco



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 04.2.2: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CAMPUS UNIVER. TARAPOTO - PERU  
TEL: 052 221343-521344 FAX: 052 221345  
E-MAIL: m2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 10/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	570.00
AGUA	[Lt.]	247.00
AIRE	[%]	2.00

RELACION A/C	247/570	0.43
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.183	m <sup>3</sup>
AGUA	0.247	m <sup>3</sup>
AIRE	0.020	m <sup>3</sup>
	0.450	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.550	m <sup>3</sup>
ARENA	0.220	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.330	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	570.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	867.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.71	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE HUANCAHUASI, CARRERA 221, 22121 SAN MARTIN 201  
TEL: 054 220008 - 220009 - 220010  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 10/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.80	Lt.
PIEDRA	-6.20	Lt.
	-10.00	Lt.

### AGUA EFECTIVA

257.00 Lt.

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	570.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	257.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	570.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	867.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	5.700	Lt/m <sup>3</sup>

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] :** 0.02055

CEMENTO	11.710	Kg
AGUA	5.280	Lt.
ARENA	11.710	Kg
PIEDRA	17.820	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.120	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
570/570	570/570	867/570	257*42.5/570	
1.00	1.00	1.52	19.20	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	19.20	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	19.20	Lt/saco
ARENA	42.50	Kg/saco
PIEDRA	64.60	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	19.20	Lt/saco
ARENA	0.95	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.62	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.95	1.62	19.20	Lt/saco



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 04.2.3: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CUMPLIENDO NORMA N° 170 DE ORELLANA CUADRA (TELÉFONO 321313-321314 ALINEO 26)  
Laboratorio 02004@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 11/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	570.00
AGUA	[Lt.]	258.00
AIRE	[%]	2.00

RELACION A/C	258/570	0.45
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.183	m <sup>3</sup>
AGUA	0.258	m <sup>3</sup>
AIRE	0.020	m <sup>3</sup>
	0.461	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.539	m <sup>3</sup>
ARENA	0.215	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.324	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	557.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	851.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.71	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



## **ANEXO N° 04.2.4: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE BELLAUS CUAUPA ES TELEFONO 2213451-2213444 APLICADO 20  
Buenos Aires 20000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 11/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO [Kg.] 612.00  
AGUA [Lt.] 281.00  
AIRE [%] 2.50

RELACION A/C	281/612	0.46
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.197 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.281 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.025 m<sup>3</sup>  
0.503 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.497 m<sup>3</sup>  
ARENA 0.199 m<sup>3</sup>  
PIEDRA 0.298 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 515.0 Kg/m<sup>3</sup>  
PIEDRA 778.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.  
PIEDRA -0.82 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE BELLAZA CUADRA 65 TELEFONO 521261-521264 ABEHO 24  
San Martín 2000 (Perú) e-mail: cona  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 11/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.50
PIEDRA	-6.40
	-9.90

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

291.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO/CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	612.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	291.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	515.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	778.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.580	Kg
AGUA	5.980	Lt.
ARENA	10.580	Kg
PIEDRA	15.990	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
612/612	515/612	778/612	291*42.5/612	
1.00	0.84	1.27	20.20	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	20.20	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	20.20	Lt/saco
ARENA	35.70	Kg/saco
PIEDRA	53.98	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	20.20	Lt/saco
ARENA	0.80	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.44	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.80	1.44	20.20	Lt/saco

**ANEXO N° 04.2.5: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE LLANOS CHAGRA C1 TELEFONO 224361-221354 ALEXO 20  
BULEVARD JOSE LLANOS CHAGRA  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480 \text{ KG/CM}^2$ , USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 12/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m³]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m³]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m³ (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	612.00
AGUA	[Lt.]	270.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	270/612	0.44
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.197	m³
AGUA	0.270	m³
AIRE	0.025	m³
	0.492	m³

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.508	m³
ARENA	0.203	m³
PIEDRA	0.305	m³

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	526.0	Kg/m³
PIEDRA	797.0	Kg/m³

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



**ANEXO N° 04.2.6: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. P. OSEJUNA CARRERA 03 TELÉFONO 321353-321354 ARIENZO 26  
San Martín 20000 Perú  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 12/04/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	612.00
AGUA	[Lt.]	281.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	281/612	0.46
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.197	m <sup>3</sup>
AGUA	0.281	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.503	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.497	m <sup>3</sup>
ARENA	0.199	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.298	m <sup>3</sup>

### PEOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	515.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	778.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE LLAHA CUADRA 05 TELEFONO 521945-521564 ARENO 26  
Item unsm 2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 12/04/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.50	Lt.
PIEDRA	-6.40	Lt.
	-9.90	Lt.

### AGUA EFECTIVA

291.00 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	612.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	291.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	515.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	778.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	6.120	Lt/m <sup>3</sup>
MICROSILICE	61.200	Kg/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.580	Kg
AGUA	5.980	Lt.
ARENA	10.580	Kg
PIEDRA	15.990	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.130	Lt.
MICROSILICE	1.260	Kg

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
612/612	515/612	778/612	291*42.5/612	
1.00	0.84	1.27	20.20	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	20.20	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	20.20	Lt/saco
ARENA	35.70	Kg/saco
PIEDRA	53.98	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	20.20	Lt/saco
ARENA	0.80	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.44	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.80	1.44	20.20	Lt/saco



## **ANEXO N° 04.2.7: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE LUJAN CUAJRA 01 TELÉFONO 521361-521364 ARIENDO 26  
REVISADO 20090909 por el cargo  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 18/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	651.00
AGUA	[Lt.]	317.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	317/651	0.49
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.209	m <sup>3</sup>
AGUA	0.317	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.556	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.444	m <sup>3</sup>
ARENA	0.177	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.267	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	458.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	696.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORILLANA CUADRA 45 TELÉFONO 521361-521364 ARIENZO 26  
1800 2000000000 ext. 2000  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 18/04/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.10	Lt.
PIEDRA	-6.10	Lt.
	-9.20	Lt.

### AGUA EFECTIVA

326.00 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	651.00	Kg/m³
AGUA	326.00	Lt/m³
ARENA	458.00	Kg/m³
PIEDRA	696.00	Kg/m³
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt/m³

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.380	Kg
AGUA	6.700	Lt.
ARENA	9.410	Kg
PIEDRA	14.300	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
651/651	458/651	696/651	326*42.5/651	
1.00	0.70	1.07	21.30	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m³
PIEDRA	1330.00	Kg/m³

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p°
AGUA	21.30	Lt/p°
ARENA	44.66	Kg/p°
PIEDRA	38.00	Kg/p°

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	21.30	Lt/saco
ARENA	29.75	Kg/saco
PIEDRA	45.48	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie³/saco
AGUA	21.30	Lt/saco
ARENA	0.67	pie³/saco
PIEDRA	1.20	pie³/saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.67	1.20	21.30	Lt/saco

**ANEXO N° 04.2.8: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXINO DE 3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
C/COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORTIZ Y LAZARDO TELEFONO 521933-521934 ARIENZO 20  
RURAL 2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN: DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 18/04/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	651.00
AGUA	[Lt.]	303.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	303/651	0.47
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.209	m <sup>3</sup>
AGUA	0.303	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.542	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.458	m <sup>3</sup>
ARENA	0.183	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.275	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	474.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	717.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO ADMINISTRATIVO DE ARELLANO CUADRA EN TELEFONO 521663-521364 AÑO 20  
tel: 084 2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.**

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :**                      **DISTRITO:**                      TARAPOTO                      **PROVINCIA:**                      SAN MARTIN                      **REGION:**                      SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 18/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCÍA TORRES

**ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ**

$$f'_c = 480 \text{ kg/cm}^2$$

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.20	Lt.
PIEDRA	<u>-6.30</u>	Lt.
	-9.50	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

## AGUA EFECTIVA

313.00	Lt.
--------	-----

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA [EN LABORATORIO]

CEMENTO	651.00	Kg/m³
AGUA	313.00	Lt/m³
ARENA	474.00	Kg/m³
PIEDRA	717.00	Kg/m³
SUPERPLASTIFICANTE	6.510	Lt/m³

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055**

CEMENTO	13.380	Kg
AGUA	6.430	Lt.
ARENA	9.740	Kg
PIEDRA	14.730	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.130	Lt.

### PROPORCION EN PESO

<b>CEMENTO</b>	<b>ARENA</b>	<b>PIEDRA</b>	<b>AGUA</b>	
651/651	474/651	717/651	313*42.5/651	
1.00	0.73	1.10	20.40	Lt./bolsa

**PESO UNITARIO DE AGREGADOS**

<b>ARENA</b>	1563.00	Kg/m³
<b>PIEDRA</b>	1330.00	Kg/m³

**PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES**

CEMENTO	42.50	Kg/p³
AGUA	20.40	Lt/p³
ARENA	44.66	Kg/p³
PIEDRA	38.00	Kg/p³

**PESOS POR TANDA DE UN SACO**

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	20.40	Lt/saco
ARENA	31.03	Kg/saco
PIEDRA	46.75	Kg/saco

**PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)**

CEMENTO	42.50	pie³/saco
AGUA	20.40	lt/saco
ARENA	0.69	pie³/saco
PIEDRA	1.23	pie³/saco

### PROPORCIÓN EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.69	1.23	20.40	Lt/saco

**ANEXO N° 04.2.9: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
CONSEJO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE TARIAPOTO 32316-321564 ANEXO 25  
INSTRUMENTO 20000000000000000000  
TARIAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARIAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARIAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 19/04/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO [Kg.] 651.00  
AGUA [Lt.] 317.00  
AIRE [%] 3.00

RELACION A/C	317/651	0.49
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.209 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.317 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.030 m<sup>3</sup>  
0.556 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.444 m<sup>3</sup>  
ARENA 0.177 m<sup>3</sup>  
PIEDRA 0.267 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 458.0 Kg/m<sup>3</sup>  
PIEDRA 696.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.  
PIEDRA -0.88 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARIAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORELLANA CUNDA CI TELEFONO 321911-321914 ARENO 26  
WWW.UNSAM-PE.org  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO

**PROVINCIA:** SAN MARTIN

**REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 19/04/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.10
PIEDRA	-6.10
	-9.20

Lt.  
Lt.  
Lt.



LASCRATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM TARAPOTO

### AGUA EFECTIVA

326.00

Lt.

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA EN LABORATORIO

CEMENTO	651.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	326.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	458.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	696.00	Kg/m <sup>3</sup>
SUPERPLASTIFICANTE	6.510	Lt/m <sup>3</sup>
MICROSILICE	65.100	Kg/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.380	Kg
AGUA	6.700	Lt.
ARENA	9.410	Kg
PIEDRA	14.300	Kg
SUPERPLASTIFICANTE	0.130	Lt.
MICROSILICE	1.340	Kg

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
651/651	458/651	696/651	326*42.5/651	
1.00	0.70	1.07	21.30	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	21.30	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	21.30	Lt/saco
ARENA	29.75	Kg/saco
PIEDRA	45.48	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	21.30	Lt/saco
ARENA	0.67	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.20	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.67	1.20	21.30	Lt/saco

## **ANEXO N° 04.3: DISEÑOS FINALES**

## **ANEXO N° 04.3.1: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORUELLA CARRERA 15 TELEFONO 3212151-321354 APUÑO 23  
San Martín 2009@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 09/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.11

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO [Kg.] 585.00  
AGUA [Lt.] 234.00  
AIRE [%] 2.00

RELACION A/C	234/585	0.40
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO 0.188 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.234 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.020 m<sup>3</sup>  
0.442 m<sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

0.558 m<sup>3</sup>  
ARENA 0.223 m<sup>3</sup>  
PIEDRA 0.335 m<sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA 578.0 Kg/m<sup>3</sup>  
PIEDRA 881.0 Kg/m<sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA -0.67 Lt.  
PIEDRA -0.71 Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPUENSO UNIVERSITARIO 18 ORSULLAGA CADENA 03 TELEFONO 321353-321354 ARIENO 20  
Rta 1031-2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN: DISTRITO: TARAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 09/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.90
PIEDRA	-6.30
	-10.20

### AGUA EFECTIVA

244.00



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	585.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	244.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	578.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	881.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.020	Kg
AGUA	5.010	Lt.
ARENA	11.880	Kg
PIEDRA	18.100	Kg
SP	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
585/585	578/585	881/585	244*42.5/585	
1.00	0.99	1.51	17.70	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	17.70	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	17.70	Lt/saco
ARENA	42.08	Kg/saco
PIEDRA	64.18	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	17.70	Lt/saco
ARENA	0.94	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.61	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.94	1.61	17.70	Lt/saco

**ANEXO N° 04.3.2: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO QUIMICO SAN PEDRO JR. ORELLANA CORDA 41 TELEFONO 321361-321364 ANEXO 20  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN: DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 09/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE R/O. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	561.00
AGUA	[Lt.]	204.00
AIRE	[%]	2.00

RELACION A/C	204/561	0.36
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.180	m <sup>3</sup>
AGUA	0.204	m <sup>3</sup>
AIRE	0.020	m <sup>3</sup>
	0.404	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.596	m <sup>3</sup>
ARENA	0.238	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.358	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	616.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	941.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.71	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORDELLAGA OBANDO 05 TEL: 0531 521361-521364 ARIAYO 20  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 09/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-4.10
PIEDRA	-6.70
	-10.80

Lt.  
Lt.  
Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

### AGUA EFECTIVA

215.00

Lt.

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	561.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	215.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	616.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	941.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	6.732	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	11.530	Kg
AGUA	4.420	Lt.
ARENA	12.660	Kg
PIEDRA	19.340	Kg
SP	0.140	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
561/561	616/561	941/561	215*42.5/561	
1.00	1.10	1.68	16.30	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	16.30	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	16.30	Lt/saco
ARENA	46.75	Kg/saco
PIEDRA	71.40	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	16.30	Lt/saco
ARENA	1.05	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.79	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	1.05	1.79	16.30	Lt/saco



**ANEXO N° 04.3.3: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/4"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE ORELLANA CUADRA 03 TELEFONO 321383-321384 ARIETO 20  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN** : **DISTRITO**: TARAPOTO **PROVINCIA**: SAN MARTIN **REGION**: SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA**: 10/05/2012

**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR**: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.63
ABSORCION	[%]	0.67	0.71
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1398.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1482.00
TAM. MAX.	[pulg]		1"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	553.00
AGUA	[Lt.]	228.00
AIRE	[%]	2.00

RELACION A/C	228/553	0.41
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.178	m <sup>3</sup>
AGUA	0.228	m <sup>3</sup>
AIRE	0.020	m <sup>3</sup>
	0.426	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.574	m <sup>3</sup>
ARENA	0.230	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.344	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	596.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	905.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.71	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPUCEAO NUMBER 58 ARROJA ORSELLANA CUADRA 05 TELEFONO 321363-321354 ALREDO 20  
lensuio m2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN: DISTRITO: TARAPOTO

PROVINCIA: SAN MARTIN

REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 10/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-4.00
PIEDRA	-6.40
	-10.40

### AGUA EFECTIVA

238.00



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA

CEMENTO	553.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	238.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	596.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	905.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	6.636	Lt/m <sup>3</sup>
RHEO	41.475	Kg/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	11.360	Kg
AGUA	4.890	Lt.
ARENA	12.250	Kg
PIEDRA	18.600	Kg
SP	0.140	Lt.
RHEO	1.140	Kg.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
553/553	596/553	905/553	238*42.5/553	
1.00	1.08	1.64	18.30	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1398.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	18.30	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	39.94	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	18.30	Lt/saco
ARENA	45.90	Kg/saco
PIEDRA	69.70	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	18.30	Lt/saco
ARENA	1.03	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.75	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	1.03	1.75	18.30	Lt/saco

## **ANEXO N° 04.3.4: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. H. GUELLANA CUADRA 03 TELEFONO 521961-521964 FAX 0521961-521964  
Humboldt 200000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 10/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	627.00
AGUA	[Lt.]	256.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	256/627	0.41
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.202	m <sup>3</sup>
AGUA	0.256	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.483	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.517	m <sup>3</sup>
ARENA	0.207	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.310	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	536.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	810.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JN ORELLANA CUADRA 01 TELEFONO 323821-321954 ANEXO 26  
laboriosm2009@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO

**PROVINCIA:** SAN MARTIN

**REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 10/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.60
PIEDRA	-6.60
	-10.20

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

266.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	627.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	266.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	536.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	810.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

**TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] :** 0.02055

CEMENTO	12.880	Kg
AGUA	5.470	Lt.
ARENA	11.010	Kg
PIEDRA	16.650	Kg
SP	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
627/627	536/627	810/627	266*42.5/627	
1.00	0.85	1.29	18.00	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	18.00	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	18.00	Lt/saco
ARENA	36.13	Kg/saco
PIEDRA	54.83	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	18.00	Lt/saco
ARENA	0.81	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.46	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.81	1.46	18.00	Lt/saco

**ANEXO N° 04.3.5: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO J. ORELLANA CUADRA #1 TELEFONO 321351-321354 ARIENZO 20  
lab.mta.2000@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 11/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	604.00
AGUA	[Lt.]	221.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	221/604	0.37
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.194	m <sup>3</sup>
AGUA	0.221	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.440	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.560	m <sup>3</sup>
ARENA	0.224	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.336	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	580.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	876.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE BELLA LUNA CUADRA 41 TELÉFONO 521911-521914 ARIENDO 28  
BOL. 004-01-2000-0001-01-0001  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 11/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.90
PIEDRA	-7.20
	-11.10

Lt.  
Lt.  
Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### AGUA EFECTIVA

232.00

Lt.

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA EN LABORATORIO

CEMENTO	604.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	232.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	580.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	876.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	7.248	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.410	Kg
AGUA	4.770	Lt.
ARENA	11.920	Kg
PIEDRA	18.000	Kg
SP	0.150	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
604/604	580/604	876/604	232*42.5/604	
1.00	0.96	1.45	16.30	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	16.30	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	16.30	Lt/saco
ARENA	40.80	Kg/saco
PIEDRA	61.63	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	16.30	Lt/saco
ARENA	0.91	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.65	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.91	1.65	16.30	Lt/saco

**ANEXO N° 04.3.6: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
1/2"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JOSE ORTIZ LAMAS CORDERA 62 TELEFONO 521351-521354 ABEYTO 26  
laboratorio2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 11/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.82
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1311.00
PESO UNIT. COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1408.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		1/2"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	597.00
AGUA	[Lt.]	251.00
AIRE	[%]	2.50

RELACION A/C	251/597	0.42
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.192	m <sup>3</sup>
AGUA	0.251	m <sup>3</sup>
AIRE	0.025	m <sup>3</sup>
	0.468	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.532	m <sup>3</sup>
ARENA	0.213	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.319	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	552.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	833.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.82	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPUENSO IMPRESIONADO JR. ORELLANA CUADRA 11 TELEFONO 221363-221364 ARIETO 20  
mailto:m2009@unsm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 11/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

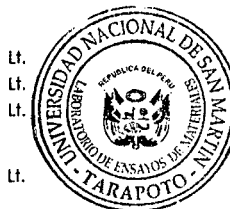
$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.70
PIEDRA	-6.80
	-10.50

### AGUA EFECTIVA

262.00



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	597.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	262.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	552.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	833.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	7.164	Lt/m <sup>3</sup>
RHEO	44.775	Kg/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	12.270	Kg
AGUA	5.380	Lt.
ARENA	11.340	Kg
PIEDRA	17.120	Kg
SP	0.150	Lt.
RHEO	1.230	Kg.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
597/597	552/597	833/597	262*42.5/597	
1.00	0.92	1.40	18.70	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1311.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	18.70	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	37.46	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	18.70	Lt/saco
ARENA	39.10	Kg/saco
PIEDRA	59.50	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	18.70	Lt/saco
ARENA	0.88	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.59	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.88	1.59	18.70	Lt/saco

## **ANEXO N° 04.3.7: DISEÑO DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR. ORILLANA CUADRA 05 TELÉFONO 521961-521354 ARIETO 20  
Laboratorio29008@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 17/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

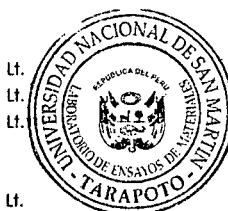
$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.30
PIEDRA	-6.50
	-9.80

### AGUA EFECTIVA

292.00



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	670.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	292.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	490.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	740.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	0.000	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.770	Kg
AGUA	6.000	Lt.
ARENA	10.070	Kg
PIEDRA	15.210	Kg
SP	0.000	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
670/670	490/670	740/670	292*42.5/670	
1.00	0.73	1.10	18.50	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	18.50	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	18.50	Lt/saco
ARENA	31.03	Kg/saco
PIEDRA	46.75	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	18.50	Lt/saco
ARENA	0.69	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.23	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.69	1.23	18.50	Lt/saco



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JN ORELLANA CUADRA 01 TELEFONO 521361-521364 ARIETO 20  
labora.m2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :** DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

**FECHA:** 17/05/2012

**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

**ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> (PASTA)

CEMENTO	[Kg.]	670.00
AGUA	[Lt.]	282.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	282/670	0.42
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.215	m <sup>3</sup>
AGUA	0.282	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.527	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.473	m <sup>3</sup>
ARENA	0.189	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.284	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	490.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	740.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO N° 04.3.8: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/8"**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO AN ORELLANA CARRERA C-1 TELEFONO 521363-521364 ARIETO 20  
INMEDIATO A LA CARRERA C-1  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOUICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 17/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	646.00
AGUA	[Lt.]	244.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	244/646	0.38
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.208	m <sup>3</sup>
AGUA	0.244	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.482	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.518	m <sup>3</sup>
ARENA	0.207	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.311	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	536.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	812.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE HUALLAGA CONDIRA 01 TELEFONO 221363-221364 AÑO 2012  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUALLAGA  
TARAPOTO - PERÚ

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RÍO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FECHA: 17/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES

ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS

ARENA	-3.60
PIEDRA	-7.10
	-10.70

Lt.  
Lt.  
Lt.

### AGUA EFECTIVA

255.00

Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIAL  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

### DISEÑO EFECTIVO DE OBRA (EN LABORATORIO)

CEMENTO	646.00	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	255.00	Lt/m <sup>3</sup>
ARENA	536.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	812.00	Kg/m <sup>3</sup>
SP	7.752	Lt/m <sup>3</sup>

TANDA DE LABORATORIO [FACTOR] : 0.02055

CEMENTO	13.280	Kg
AGUA	5.240	Lt.
ARENA	11.010	Kg
PIEDRA	16.690	Kg
SP	0.160	Lt.

### PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
646/646	536/646	812/646	255*42.5/646	
1.00	0.83	1.26	16.80	Lt./bolsa

### PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ARENA	1563.00	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	1330.00	Kg/m <sup>3</sup>

### PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES

CEMENTO	42.50	Kg/p <sup>3</sup>
AGUA	16.80	Lt/p <sup>3</sup>
ARENA	44.66	Kg/p <sup>3</sup>
PIEDRA	38.00	Kg/p <sup>3</sup>

### PESOS POR TANDA DE UN SACO

CEMENTO	42.50	Kg/saco
AGUA	16.80	Lt/saco
ARENA	35.28	Kg/saco
PIEDRA	53.55	Kg/saco

### PIES CUBICOS POR SACO (DOSIFICACION EN VOLUMEN)

CEMENTO	42.50	pie <sup>3</sup> /saco
AGUA	16.80	Lt/saco
ARENA	0.79	pie <sup>3</sup> /saco
PIEDRA	1.41	pie <sup>3</sup> /saco

### PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00	0.79	1.41	16.80	Lt/saco

**ANEXO N° 04.3.9: DISEÑO DE CONCRETO  
PATRON MAS SUPERPLASTIFICANTE Y  
MICROSILICE CON TAMAÑO MAXIMO DE  
3/8"**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO DE ORELLANA CARRERA 45 TELEFONO 521313-521314 ALEXO 28  
Humberto 20090@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO. BASADO EN METODOS RECOMENDADOS POR EL A.C.I.

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 18/05/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

		ARENA	GRAVA
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.59	2.61
ABSORCION	[%]	0.67	0.88
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1563.00	1330.00
PESO UNIT.COMPACT.	[Kg/m <sup>3</sup> ]	1626.00	1431.00
TAM. MAX.	[pulg]		1/2"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/8"
MOD. FINEZA		2.80	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.00	0.00
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.40	0.60

### CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	3.11
-----------------	---------	------

### VALORES DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> [PASTA]

CEMENTO	[Kg.]	638.00
AGUA	[Lt.]	275.00
AIRE	[%]	3.00

RELACION A/C	275/638	0.43
--------------	---------	------

### VOLUMEN DE LA PASTA

CEMENTO	0.205	m <sup>3</sup>
AGUA	0.275	m <sup>3</sup>
AIRE	0.030	m <sup>3</sup>
	0.510	m <sup>3</sup>

### VOLUMEN DE AGREGADOS

	0.490	m <sup>3</sup>
ARENA	0.196	m <sup>3</sup>
PIEDRA	0.294	m <sup>3</sup>

### PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	508.0	Kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	767.0	Kg/m <sup>3</sup>

### HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS (HUMEDAD - ABSORCION)

ARENA	-0.67	Lt.
PIEDRA	-0.88	Lt.



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



**ANEXO N° 05: EVALUACION  
ESTADISTICA DE RESULTADO DE  
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION DEL CONCRETO (DISEÑO  
DE CONCRETO PATRON CON TAMAÑO  
MAXIMO DE 3/4")**

## TECNOLOGIA DEL CONCRETO

### EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

METODO ACI- 318. Revisión 92. RNC Norma 060 Capítulo 4

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480 \text{ KG/CM}^2$ , USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
**UBICACIÓN :** **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN  
**SOLICITA :** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 23/07/2012  
**MATERIAL :** AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
**REALIZADO :** BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ  
 $f'c = 480 \text{ kg/cm}^2$

$f'c \text{ DE DISEÑO (Kg/cm}^2\text{)} = 480.0$

**Tabla N° 01**

MUESTRA INDIVIDUAL N°	MUESTRA DE ENSAYO N°	RESISTENCIA INDIVIDUAL DE 02 PROBETAS [Kg/cm <sup>2</sup> ]		PROMEDIO REPRESENTATIVO SEGÚN ACI-318 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	PROMEDIO DE TRES REPRESENTATIVOS CONSECUTIVOS [Kg/cm <sup>2</sup> ]
	1	473	475	474	
	2	480	485	483	
	3	485	483	484	480
	4	488	490	489	485
	5	477	480	479	484
	6	490	487	489	486
	7	495	493	494	487
	8	490	492	491	491
	9	485	483	484	490
	10	477	480	479	485
	11	497	495	496	486
	12	484	482	483	486
	13	488	490	489	489
	14	501	503	502	491
	15	498	502	500	497

"Ningun ensayo de resistencia (promedio de 02 testigos) debe ser menor de  $f'c$ , en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ ."

#### CÁLCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR

El cálculo de la desviación estándar se calcula a partir de la denominada Distribución Normal o Distribución de Gauus, estando definida por la siguiente formula:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

donde :  $X_i$  = Resultados de ensayos;  $n$  = Número de ensayos

Para nuestro fin, llamaremos  $R_i$  a los resultados de ensayos:

**Tabla N° 02**

n	$R_i$	$R_i^2$
1	474	224676
2	483	233289
3	484	234256
4	489	239121
5	479	229441
6	489	239121
7	494	244036
8	491	241081
9	484	234256
10	479	229441
11	496	246016
12	483	233289
13	489	239121
14	502	252004
15	500	250000
	7,316.00	3569148

Aplicando la fórmula de Distribucion Normal se obtiene:  $Ds, [\text{Kg/cm}^2] = 7.98$

De la tabla N° 01, para el cálculo de la resistencia promedio, tomamos el promedio total de los representativos consecutivos:

Promedio representativo,  $[\text{Kg/cm}^2] = 488.0$

## TECNOLOGIA DEL CONCRETO

### EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

**METODO ACI- 318. Revisión 92. RNC Norma 060 Capítulo 4**

**TESIS :** "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN :**      **DISTRITO:** TARAPOTO      **PROVINCIA:** SAN MARTIN      **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA :**      UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN      **FECHA:** 23/07/2012

**MATERIAL :**      AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO :**      BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES      **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

### EVALUACION

Examinando los resultados de acuerdo a lo exigido por ACI -318 se verifica que el promedio de tres promedios consecutivos, es mayor que  $f_c$  en todos los casos, luego el concreto es satisfactorio , Para evaluar la probabilidad de ocurrencia obtenida con los resultados disponibles, se calcula el valor " $t$ ", de la formula :

$$f_{cr} = f_c + t D_s \dots\dots [1]$$

donde:       $f_{cr}$  = Resistencia promedio requerida en obra  
                $f_c$  = Resistencia especificada por el diseñador  
                $D_s$  = Desviación Stándar  
                $t$  = factor que depende del % de resultados menores de  $f_c$  que se admiten o la probabilidad de ocurrencia

Despejando " $t$ " de la ecuación [1] :  $(488-480)/7,98 = 1.00$

**Tabla N° 03**

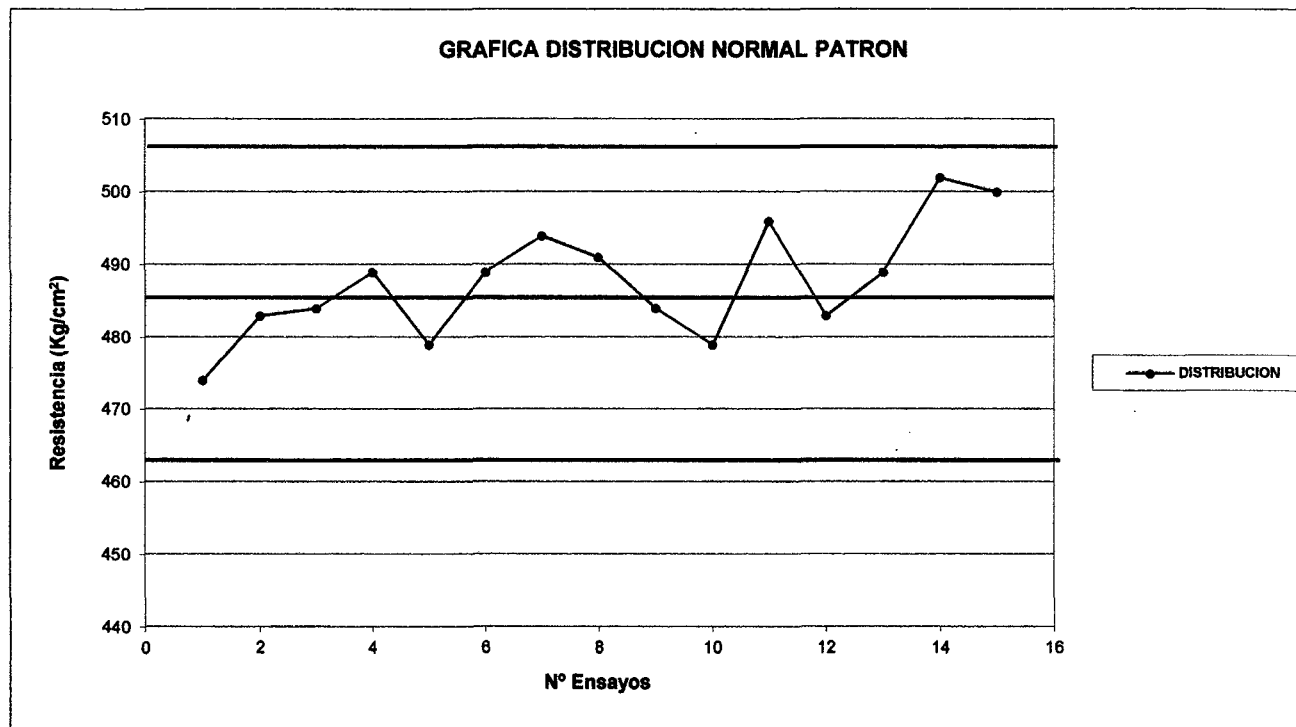
% DE PRUEBAS DENTRO DE LOS LIMITES $x \pm t D_s$	$t$	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR
40	0.52	3 en 10
50	0.67	2.5 en 10
60	0.84	2 en 10
68.27	1.00	1 en 6.3
70	1.04	1.5 en 10
80	1.28	1 en 10
90	1.65	1 en 20
95	1.98	1 en 40
95.45	2.00	1 en 44
98	2.33	1 en 100
99	2.58	1 en 200
99.73	3.00	1 en 741

En la tabla N° 03, se tiene que para el valor de  $t$  obtenido (1.00); correspondería desde un 60% a 70% de ensayos aprobados y una probabilidad de 2/10 hasta 1/10 de obtener valores por debajo de los límites obtenidos, sin embargo, aunque este valor no satisface las hipótesis estadísticas del ACI 318, esto no significa necesariamente que la estructura no será apta para soportar las cargas de diseño, pues los reglamentos indican para estos casos, recurrir al criterio de diseño estructural y sus márgenes conservadores de seguridad.

Valores de $f_{cr}$ obtenidos :	$f_{cr} = f_c - 35 + 2.33 D_s$ , [Kg/cm <sup>2</sup> ] =	<b>464.0</b>
	$f_{cr} = f_c + 1.34 D_s$ , [Kg/cm <sup>2</sup> ] =	<b>491.0</b>

Luego, el valor promedio de resistencia de tres ensayos consecutivos con la dispersion hallada, podría mejorarse hasta en 491 Kg/cm<sup>2</sup>, para acercarse al teórico 1 en 100 [98%], recomendado por el ACI 318.





**ANEXO N° 06: EVALUACION  
ESTADISTICA DE RESULTADO DE  
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA  
COMPRESION DEL CONCRETO (DISEÑO  
DE CONCRETO PATRON MAS  
SUPERPLASTIFICANTE Y MICROSILICE  
CON TAMAÑO MAXIMO DE 3/4")**

**TECNOLOGIA DEL CONCRETO**  
**EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA**  
**A LA COMPRESION**  
**METODO ACI- 318. Revisión 92. RNC Norma 060 Capítulo 4**

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN

SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN FECHA: 24/07/2012

MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO, CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>

$f'c$  DE DISEÑO (Kg/cm<sup>2</sup>) = 480

**Tabla N° 01**

MUESTRA INDIVIDUAL N°	MUESTRA DE ENSAYO N°	RESISTENCIA INDIVIDUAL DE 02 PROBETAS [Kg/cm <sup>2</sup> ]		PROMEDIO REPRESENTATIVO SEGÚN ACI-318 [Kg/cm <sup>2</sup> ]	PROMEDIO DE TRES REPRESENTATIVOS CONSECUTIVOS [Kg/cm <sup>2</sup> ]
	1	503	504	504	
	2	502	503	503	
	3	488	486	487	498
	4	485	487	486	492
	5	490	493	492	488
	6	505	508	507	495
	7	498	496	497	499
	8	506	509	508	504
	9	510	513	512	508
	10	508	511	510	510
	11	507	505	506	509
	12	490	491	491	502
	13	503	500	502	500
	14	495	493	494	496
	15	510	512	511	502

"Ningun ensayo de resistencia (promedio de 02 testigos) debe ser menor de  $f'c$ , en más de 35kg/cm<sup>2</sup>."

**CALCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR**

El cálculo de la desviación estándar se calcula a partir de la denominada Distribución Normal o Distribución de Gauus, estando definida por la siguiente formula:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

donde :  $X_i$  = Resultados de ensayos;  $n$  = Número de ensayos

Para nuestro fin, llamaremos  $R_i$  a los resultados de ensayos:

**Tabla N° 02**

n	$R_i$	$R_i^2$
1	504	254016
2	503	253009
3	487	237169
4	486	236196
5	492	242064
6	507	257049
7	497	247009
8	508	258064
9	512	262144
10	510	260100
11	506	256036
12	491	241081
13	502	252004
14	494	244036
15	511	261121
	7,510.00	3761098

Aplicando la fórmula de Distribucion Normal se obtiene:  $Ds$  [Kg/cm<sup>2</sup>] = **8.83**

De la tabla N° 01, para el cálculo de la resistencia promedio, tomamos el promedio total de los representativos consecutivos:

Promedio representativo, [Kg/cm<sup>2</sup>] = **501.0**

**TECNOLOGIA DEL CONCRETO**  
**EVALUACION ESTADISTICA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA**  
**A LA COMPRESION**  
**METODO ACI- 318. Revisión 92. RNC Norma 060 Capítulo 4**

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $f'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"

**UBICACIÓN** : **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN

**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **FECHA:** 24/07/2012

**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA

**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**$f'c = 480$  kg/cm<sup>2</sup>**

**EVALUACION**

Examinando los resultados de acuerdo a lo exigido por ACI -318 se verifica que el promedio de tres promedios consecutivos, es mayor que  $f_c$  en todos los casos, luego el concreto es satisfactorio , Para evaluar la probabilidad de ocurrencia obtenida con los resultados disponibles, se calcula el valor " $t$ ", de la formula :

$$f_{cr} = f_c + t D_s \dots\dots [1]$$

donde:  $f_{cr}$  = Resistencia promedio requerida en obra  
 $f_c$  = Resistencia especificada por el diseñador  
 $D_s$  = Desviación Stándar  
 $t$  = factor que depende del % de resultados menores de  $f_c$  que se admiten o la probabilidad de ocurrencia

Despejando " $t$ " de la ecuación [1] :  $(501-480)/8.83 = 2.38$

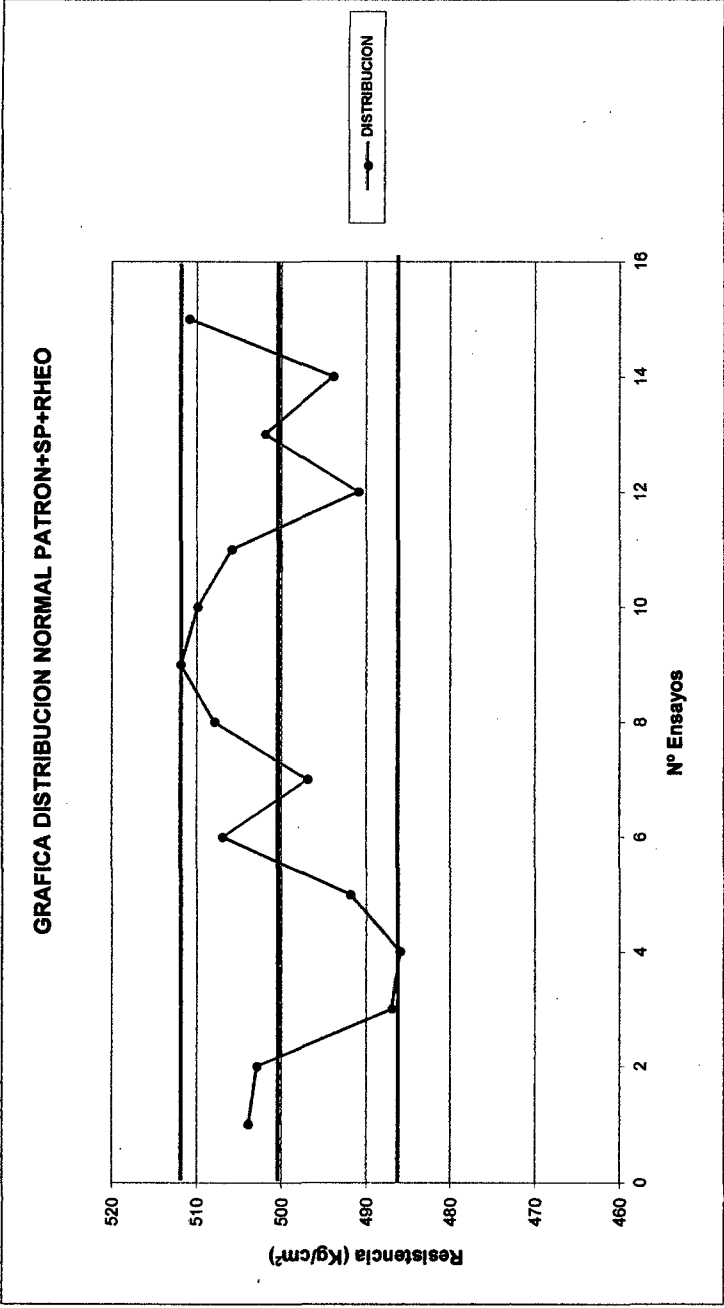
**Tabla N° 03**

% DE PRUEBAS DENTRO DE LOS LIMITES $x \pm t D_s$	$t$	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA POR DEBAJO DEL LIMITE INFERIOR
40	0.52	3 en 10
50	0.67	2.5 en 10
60	0.84	2 en 10
68.27	1.00	1 en 6.3
70	1.04	1.5 en 10
80	1.28	1 en 10
90	1.65	1 en 20
95	1.98	1 en 40
95.45	2.00	1 en 44
98	2.33	1 en 100
99	2.58	1 en 200
99.73	3.00	1 en 741

En la tabla N° 03, se tiene que para el valor de  $t$  obtenido (2,38); correspondería desde un 98% a 99% de ensayos aprobados y una probabilidad de 3 en 10 hasta 2,5 en 10 de obtener valores por debajo de los límites obtenidos, sin embargo, aunque este valor no satisface las hipótesis estadísticas del ACI 318, esto no significa necesariamente que la estructura no será apta para soportar las cargas de diseño, pues los reglamentos indican para estos casos, recurrir al criterio de diseño estructural y sus márgenes conservadores de seguridad.

Valores de $f_{cr}$ obtenidos :	$f_{cr} = f_c - 35 + 2.33 D_s$ , [Kg/cm <sup>2</sup> ] =	<b>466.0</b>
	$f_{cr} = f_c + 1.34 D_s$ , [Kg/cm <sup>2</sup> ] =	<b>492.0</b>

Luego, el valor promedio de resistencia de tres ensayos consecutivos con la dispersion hallada, podría mejorarse hasta en 492 Kg/cm<sup>2</sup>, para acercarse al teórico 1 en 100 [98%], recomendado por el ACI 318.



**ANEXO N° 07: CUADRO DE ROTURAS I**



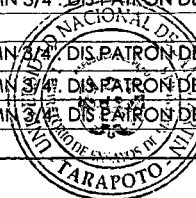
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lsmunsm2000330m@i.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 01  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RIO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)	FECHA
1	12-mar-12	19-mar-12	7	12.951	177.00	42,040.00	237.50		49.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
2	12-mar-12	19-mar-12	7	12.947	178.00	42,440.00	238.40	238.00	50.00	50.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
3	12-mar-12	26-mar-12	14	12.914	178.00	56,614.30	318.10		66.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
4	12-mar-12	26-mar-12	14	12.892	176.00	56,189.30	319.30	318.70	67.00	67.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
5	12-mar-12	09-abr-12	28	13.058	178.00	72,548.10	407.60		85.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
6	12-mar-12	09-abr-12	28	13.100	176.00	73,480.70	417.50	412.60	87.00	86.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.5	
7	10-abr-12	17-abr-12	7	12.854	177.00	57,470.00	324.70		68.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
8	10-abr-12	17-abr-12	7	12.767	176.00	56,715.20	322.20	323.50	67.00	68.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
9	10-abr-12	24-abr-12	14	12.750	177.00	63,480.00	358.60		75.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
10	10-abr-12	24-abr-12	14	12.741	176.00	63,900.00	363.10	360.90	76.00	76.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
11	10-abr-12	08-may-12	28	12.715	176.00	80,461.40	457.20		95.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
12	10-abr-12	08-may-12	28	12.700	178.00	80,715.60	453.50	455.40	94.00	95.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.0	
13	09-may-12	16-may-12	7	13.100	177.00	61,151.30	345.50		72.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
14	09-may-12	16-may-12	7	13.120	176.00	60,660.00	344.70		72.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
15	09-may-12	16-may-12	7	13.080	177.00	61,240.00	346.00	345.40	72.00	72.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
16	09-may-12	23-may-12	14	13.125	177.00	74,145.20	418.90		87.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
17	09-may-12	23-may-12	14	13.145	176.00	74,147.20	421.30		88.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
18	09-may-12	23-may-12	14	13.037	177.00	73,580.10	415.70	418.60	87.00	87.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
19	09-may-12	06-jun-12	28	13.056	176.00	84,620.40	480.80		100.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
20	09-may-12	06-jun-12	28	13.005	177.00	84,914.60	479.70		100.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	
21	09-may-12	06-jun-12	28	12.982	178.00	85,572.00	480.70	480.40	100.00	100.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN FERRITAS C. BENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



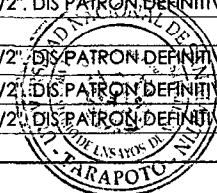
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521383-521384 ANEXO 20  
temunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 02  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

													FECHA
N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
22	13-mar-12	20-mar-12	7	12.715	180.00	44,156.30	245.30		51.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.25
23	13-mar-12	20-mar-12	7	12.800	180.00	44,202.50	245.60	245.50	51.00	51.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.25
24	13-mar-12	27-mar-12	14	12.704	177.00	61,830.00	349.30		73.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.25
25	13-mar-12	27-mar-12	14	12.736	176.00	59,940.00	340.60	345.00	71.00	72.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.3
26	13-mar-12	10-abr-12	28	12.740	176.00	78,087.20	443.70		92.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.25
27	13-mar-12	10-abr-12	28	12.702	177.00	78,910.30	445.80	444.80	93.00	93.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 1	2.25
28	11-abr-12	18-abr-12	7	12.900	180.00	57,600.00	320.00		67.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
29	11-abr-12	18-abr-12	7	12.825	179.00	56,770.00	317.20	318.60	66.00	67.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
30	11-abr-12	25-abr-12	14	12.827	176.00	60,680.00	344.80		72.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
31	11-abr-12	25-abr-12	14	12.864	177.00	60,547.80	342.10	343.50	71.00	72.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
32	11-abr-12	09-may-12	28	12.915	177.00	78,260.90	442.20		92.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
33	11-abr-12	09-may-12	28	12.873	178.00	77,546.50	435.70	439.00	91.00	92.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON TENTATIVO 2	2.50
34	10-may-12	17-may-12	7	12.930	176.00	64,198.30	364.80		76.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
35	10-may-12	17-may-12	7	12.907	177.00	64,157.20	362.50		76.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
36	10-may-12	17-may-12	7	12.915	175.00	64,200.80	366.90	364.70	76.00	76.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
37	10-may-12	24-may-12	14	12.860	176.00	72,159.00	410.00		85.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
38	10-may-12	24-may-12	14	12.874	177.00	73,084.10	412.90		86.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
39	10-may-12	24-may-12	14	12.905	177.00	71,084.30	401.60	408.20	84.00	85.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
40	10-may-12	07-jun-12	28	12.537	175.00	85,563.10	488.90		102.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
41	10-may-12	07-jun-12	28	12.928	176.00	85,497.40	485.80		101.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0
42	10-may-12	07-jun-12	28	12.473	177.00	85,741.00	484.40	486.40	101.00	101.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON DEFINITIVO	3.0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





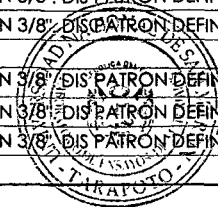
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 03  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	FECHA	Slump (pulg.)
43	19-mar-12	26-mar-12	7	12.490	177.00	46,158.70	260.80		54.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.00
44	19-mar-12	26-mar-12	7	12.515	176.00	47,158.20	267.90	264.40	56.00	55.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.00
45	19-mar-12	02-abr-12	14	12.590	176.00	59,350.00	337.20		70.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.00
46	19-mar-12	02-abr-12	14	12.600	177.00	59,460.00	335.90	336.60	70.00	70.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.0
47	19-mar-12	16-abr-12	28	12.870	178.00	81,570.20	458.30		95.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.00
48	19-mar-12	16-abr-12	28	12.893	178.00	82,451.60	463.20	460.80	97.00	96.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 1		2.00
49	18-abr-12	25-abr-12	7	12.760	177.00	53,164.20	300.40		63.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
50	18-abr-12	25-abr-12	7	12.705	176.00	54,036.10	307.00	303.70	64.00	64.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
51	18-abr-12	02-may-12	14	12.715	176.00	63,487.50	360.70		75.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
52	18-abr-12	02-may-12	14	12.764	177.00	64,178.60	362.60	361.70	76.00	76.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
53	18-abr-12	16-may-12	28	12.743	176.00	78,260.90	444.70		93.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
54	18-abr-12	16-may-12	28	12.706	178.00	77,546.50	435.70	440.20	91.00	92.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON TENTATIVO 2		2.25
55	17-may-12	24-may-12	7	12.785	175.00	62,324.70	356.10		74.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
56	17-may-12	24-may-12	7	12.738	176.00	62,490.00	355.10		74.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
57	17-may-12	24-may-12	7	12.750	178.00	63,057.80	354.30	355.20	74.00	74.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
58	17-may-12	31-may-12	14	12.580	177.00	75,455.10	426.30		89.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
59	17-may-12	31-may-12	14	12.601	176.00	75,570.00	429.40		89.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
60	17-may-12	31-may-12	14	12.650	177.00	75,120.00	424.40	426.70	88.00	89.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
61	17-may-12	14-jun-12	28	42.653	178.00	85,218.70	478.80		100.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
62	17-may-12	14-jun-12	28	12.928	176.00	85,300.00	484.70		101.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5
63	17-may-12	14-jun-12	28	12.473	177.00	85,158.00	481.10	481.50	100.00	100.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON DEFINITIVO		3.5



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN EFILITANO BENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DEL LABORATORIO



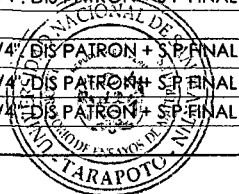
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 04  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

													FECHA
Nº de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
64	12-mar-12	19-mar-12	7	12.871	177.00	56,578.20	319.70		67.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
65	12-mar-12	19-mar-12	7	12.790	178.00	58,741.30	330.00	324.90	69.00	68.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
66	12-mar-12	26-mar-12	14	12.777	177.00	65,264.10	368.70		77.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
67	12-mar-12	26-mar-12	14	12.752	179.00	67,410.90	376.60	372.70	78.00	78.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
68	12-mar-12	09-abr-12	28	12.760	178.00	80,164.70	450.40		94.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
69	12-mar-12	09-abr-12	28	12.707	176.00	79,340.50	450.80	450.60	94.00	94.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	4.0
70	10-abr-12	17-abr-12	7	12.700	177.00	58,456.20	330.30		69.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
71	10-abr-12	17-abr-12	7	12.654	177.00	59,148.30	334.20	332.30	70.00	70.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
72	10-abr-12	24-abr-12	14	12.662	177.00	67,821.10	383.20		80.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
73	10-abr-12	24-abr-12	14	12.641	176.00	68,197.20	387.50	385.40	81.00	81.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
74	10-abr-12	08-may-12	28	12.702	175.00	81,587.10	466.20		97.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
75	10-abr-12	08-may-12	28	12.638	176.00	82,694.10	469.90	468.10	98.00	98.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P TENTATIVO 2	4.0
76	09-may-12	16-may-12	7	13.170	177.00	68,583.40	387.50		81.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
77	09-may-12	16-may-12	7	13.202	177.00	68,960.00	389.60		81.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
78	09-may-12	16-may-12	7	13.205	176.00	67,878.60	385.70	387.60	80.00	81.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
79	09-may-12	23-may-12	14	12.653	176.00	75,918.10	431.40		90.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
80	09-may-12	23-may-12	14	12.970	177.00	75,421.30	426.10		89.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
81	09-may-12	23-may-12	14	13.133	177.00	76,486.30	432.10	429.90	90.00	90.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
82	09-may-12	06-jun-12	28	13.124	176.00	85,750.10	487.20		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
83	09-may-12	06-jun-12	28	13.548	179.00	85,520.00	477.80		100.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5
84	09-may-12	06-jun-12	28	13.600	177.00	86,160.40	486.80	483.90	101.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P FINAL	3.5



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELÉFONO 521363-521364 ANEXO 20  
www.unasm.edu.pe  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 05  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

													FECHA
N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
85	14-mar-12	21-mar-12	7	12.490	177.00	52,167.80	294.70		61.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
86	14-mar-12	21-mar-12	7	12.515	176.00	52,761.40	299.80	297.30	62.00	62.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
87	14-mar-12	28-mar-12	14	12.590	176.00	65,482.10	372.10		78.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
88	14-mar-12	28-mar-12	14	12.600	177.00	65,294.90	368.90	370.50	77.00	78.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
89	14-mar-12	11-abr-12	28	12.870	178.00	79,645.90	447.40		93.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
90	14-mar-12	11-abr-12	28	12.893	178.00	80,416.50	451.80	449.60	94.00	94.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.5
91	12-abr-12	19-abr-12	7	12.541	178.00	57,841.60	325.00		68.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
92	12-abr-12	19-abr-12	7	12.606	176.00	58,716.50	333.60	329.30	70.00	69.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
93	12-abr-12	26-abr-12	14	12.530	176.00	71,369.60	405.50		84.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
94	02-abr-12	16-abr-12	14	12.522	176.00	70,105.60	398.30	401.90	83.00	84.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
95	12-abr-12	10-may-12	28	12.790	178.00	83,265.70	467.80		97.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
96	12-abr-12	10-may-12	28	12.700	177.00	82,700.20	467.20	467.50	97.00	97.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.5
97	11-may-12	18-may-12	7	12.680	177.00	68,568.30	387.40		81.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
98	11-may-12	18-may-12	7	12.760	175.00	68,110.00	389.20		81.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
99	11-may-12	18-may-12	7	12.705	176.00	70,015.60	397.80	391.50	83.00	82.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
100	11-may-12	25-may-12	14	12.568	177.00	75,128.00	424.50		88.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
101	11-may-12	25-may-12	14	12.938	176.00	75,476.00	428.80		89.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
102	11-may-12	25-may-12	14	12.844	175.00	75,515.60	431.50	428.30	90.00	89.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
103	11-may-12	08-jun-12	28	12.337	175.00	85,168.40	486.70		101.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
104	11-may-12	08-jun-12	28	12.917	176.00	85,461.30	485.60		101.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0
105	11-may-12	08-jun-12	28	12.894	175.00	85,337.80	487.60	486.60	102.00	101.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P FINAL	4.0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNASM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
laboratorio2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 06  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)	FECHA
106	19-mar-12	26-mar-12	7	12.755	177.00	54,645.60	308.70		64.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
107	19-mar-12	26-mar-12	7	12.700	175.00	54,268.40	310.10	309.40	65.00	65.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
108	19-mar-12	02-abr-12	14	12.694	176.00	60,834.10	345.60		72.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
109	19-mar-12	02-abr-12	14	12.690	175.00	60,187.80	343.90	344.80	72.00	72.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
110	19-mar-12	16-abr-12	28	12.644	175.00	81,470.00	465.50		97.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
111	19-mar-12	16-abr-12	28	12.631	178.00	80,166.00	450.40	458.00	94.00	96.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P TENTATIVO 1	3.0	
112	18-abr-12	25-abr-12	7	12.707	176.00	57,410.00	326.20		68.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
113	18-abr-12	25-abr-12	7	12.690	175.00	58,105.30	332.00	329.10	69.00	69.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
114	18-abr-12	02-may-12	14	12.655	175.00	63,510.70	362.90		76.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
115	18-abr-12	02-may-12	14	12.649	177.00	64,213.00	362.80	362.90	76.00	76.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
116	18-abr-12	16-may-12	28	12.724	175.00	82,547.00	471.70		98.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
117	18-abr-12	16-may-12	28	12.730	177.00	82,300.00	465.00	468.40	97.00	98.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP TENTATIVO 2	3.0	
118	17-may-12	24-may-12	7	12.685	175.00	64,456.30	368.30		77.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
119	17-may-12	24-may-12	7	12.760	177.00	64,380.00	363.70		76.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
120	17-may-12	24-may-12	7	12.721	176.00	64,158.60	364.50	365.50	76.00	76.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
121	17-may-12	31-may-12	14	12.515	176.00	79,280.00	450.50		94.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
122	17-may-12	31-may-12	14	12.690	178.00	79,550.00	446.90		93.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
123	17-may-12	31-may-12	14	12.687	177.00	79,194.60	447.40	448.30	93.00	93.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
124	17-may-12	14-jun-12	28	12.835	177.00	88,425.80	499.60		104.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
125	17-may-12	14-jun-12	28	12.704	178.00	88,200.00	495.50		103.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	
126	17-may-12	14-jun-12	28	12.733	178.00	88,040.80	494.60	496.60	103.00	103.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P FINAL	4.0	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UN-SM - TARAPOTO

JUAN ERIC MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



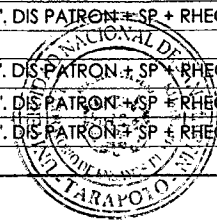
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 07  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

FECHA													
N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
127	13-mar-12	20-mar-12	7	12.690	178.00	59,258.30	332.90		69.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
128	13-mar-12	20-mar-12	7	12.605	178.00	58,798.20	330.30	331.60	69.00	69.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
129	13-mar-12	27-mar-12	14	12.641	177.00	67,489.20	381.30		79.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
130	13-mar-12	27-mar-12	14	12.650	177.00	68,147.10	385.00	383.20	80.00	80.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
131	13-mar-12	10-abr-12	28	12.669	178.00	82,647.90	464.30		97.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
132	13-mar-12	10-abr-12	28	12.704	175.00	81,475.20	465.60	465.00	97.00	97.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	4.0
133	11-abr-12	18-abr-12	7	12.684	177.00	62,158.30	351.20		73.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
134	11-abr-12	18-abr-12	7	12.750	178.00	61,759.30	347.00	349.10	72.00	73.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
135	11-abr-12	25-abr-12	14	12.642	175.00	74,156.00	423.70		88.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
136	11-abr-12	25-abr-12	14	12.650	178.00	75,841.60	426.10	424.90	89.00	89.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
137	11-abr-12	09-may-12	28	12.700	179.00	82,754.60	462.30		96.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
138	11-abr-12	09-may-12	28	12.639	177.00	82,630.00	466.80	464.60	97.00	97.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 2	3.5
139	10-may-12	17-may-12	7	13.356	178.00	71,006.20	398.90		83.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
140	10-may-12	17-may-12	7	13.202	177.00	70,960.00	400.90		84.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
141	10-may-12	17-may-12	7	13.205	176.00	70,878.60	402.70	400.80	84.00	84.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
142	10-may-12	24-may-12	14	13.205	176.00	78,346.10	445.10		93.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
143	10-may-12	24-may-12	14	12.970	177.00	78,421.30	443.10		92.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
144	10-may-12	24-may-12	14	13.133	177.00	78,486.30	443.40	443.90	92.00	92.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
145	10-may-12	07-jun-12	28	13.386	178.00	88,721.30	498.40		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
146	10-may-12	07-jun-12	28	13.548	179.00	88,920.00	496.80		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
147	10-may-12	07-jun-12	28	13.600	177.00	88,760.40	501.50	498.90	104.00	104.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO  
JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



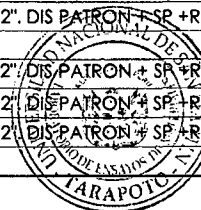
# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lmsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN CERTIFICADO: 08  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

FECHA													FECHA
N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
148	14-mar-12	21-mar-12	7	12.641	177.00	53,641.30	303.10		63.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
149	14-mar-12	21-mar-12	7	12.638	175.00	54,815.30	313.20	308.20	65.00	64.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
150	14-mar-12	28-mar-12	14	12.590	176.00	66,425.80	377.40		79.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
151	14-mar-12	28-mar-12	14	12.668	175.00	65,974.20	377.00	377.20	79.00	79.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
152	14-mar-12	11-abr-12	28	12.619	178.00	80,165.60	450.40		94.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
153	14-mar-12	11-abr-12	28	12.630	179.00	81,574.30	455.70	453.10	95.00	95.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.5
154	12-abr-12	19-abr-12	7	12.541	178.00	57,841.60	325.00		68.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
155	12-abr-12	19-abr-12	7	12.606	176.00	58,716.50	333.60	329.30	70.00	69.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
156	12-abr-12	26-abr-12	14	12.530	176.00	73,284.10	416.40		87.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
157	12-abr-12	26-abr-12	14	12.522	176.00	72,876.00	414.10	415.30	86.00	87.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
158	12-abr-12	10-may-12	28	12.790	178.00	83,265.70	467.80		97.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
159	12-abr-12	10-may-12	28	12.700	177.00	82,700.20	467.20	467.50	97.00	97.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.5
160	11-may-12	18-may-12	7	12.645	177.00	72,356.30	408.80		85.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
161	11-may-12	18-may-12	7	12.760	175.00	72,460.00	414.10		86.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
162	11-may-12	18-may-12	7	12.705	176.00	72,725.00	413.20	412.00	86.00	86.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
163	11-may-12	25-may-12	14	12.615	176.00	81,705.00	464.20		97.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
164	11-may-12	25-may-12	14	12.938	176.00	81,110.00	460.90		96.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
165	11-may-12	25-may-12	14	12.844	175.00	81,015.60	462.90	462.70	96.00	96.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
166	11-may-12	08-jun-12	28	12.746	175.00	88,269.40	504.40		105.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
167	11-may-12	08-jun-12	28	12.917	176.00	88,561.30	503.20		105.00		480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0
168	11-may-12	08-jun-12	28	12.894	175.00	87,337.80	499.10	502.20	104.00	105.00	480.00	TMN 1/2". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0



JUAN ERMITANO RENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lsmunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA F'C=480 KG/CM2. USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
**UBICACIÓN** : **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN **CERTIFICADO:** 09  
**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **REVISADO POR**  
**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)	FECHA
169	20-mar-12	27-mar-12	7	12.640	177.00	53,479.30	302.10		63.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
170	20-mar-12	27-mar-12	7	12.632	176.00	52,826.30	300.10	301.10	63.00	63.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
171	20-mar-12	03-abr-12	14	12.702	177.00	62,847.30	355.10		74.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
172	20-mar-12	03-abr-12	14	12.720	175.00	62,159.30	355.20	355.20	74.00	74.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
173	20-mar-12	17-abr-12	28	12.643	178.00	82,506.00	463.50		97.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
174	20-mar-12	17-abr-12	28	12.635	178.00	82,600.00	464.00	463.80	97.00	97.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + S P + RHEO TENTATIVO 1	3.0	
175	19-abr-12	26-abr-12	7	12.707	176.00	57,410.00	326.20		68.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
176	19-abr-12	26-abr-12	7	12.690	175.00	58,105.30	332.00	329.10	69.00	69.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
177	19-abr-12	03-may-12	14	12.655	176.00	63,510.70	360.90		75.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
178	19-abr-12	03-may-12	14	12.649	177.00	64,213.00	362.80	361.90	76.00	76.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
179	19-abr-12	17-may-12	28	12.724	175.00	82,547.00	471.70		98.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
180	19-abr-12	17-may-12	28	12.730	177.00	82,300.00	465.00	468.40	97.00	98.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO TENTATIVO 2	3.0	
181	18-may-12	25-may-12	7	12.658	176.00	68,327.50	388.20		81.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
182	18-may-12	25-may-12	7	12.760	177.00	68,680.00	388.00		81.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
183	18-may-12	25-may-12	7	12.721	176.00	68,558.60	389.50	388.60	81.00	81.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
184	18-may-12	01-jun-12	14	12.738	177.00	81,329.40	459.50		96.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
185	18-may-12	01-jun-12	14	12.690	178.00	81,550.00	458.10		95.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
186	18-may-12	01-jun-12	14	12.687	177.00	80,894.60	457.00	458.20	95.00	95.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
187	18-may-12	15-jun-12	28	12.546	175.00	88,914.20	508.10		106.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
188	18-may-12	15-jun-12	28	12.704	178.00	89,500.00	502.80		105.00		480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	
189	18-may-12	15-jun-12	28	12.733	178.00	89,040.80	500.20	503.70	104.00	105.00	480.00	TMN 3/8". DIS PATRON + SP + RHEO FINAL	3.0	

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITIANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO

## **ANEXO N° 08: CUADRO DE ROTURAS II**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
leumsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

**TESIS** : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'C=480$  KG/CM2, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
**UBICACIÓN** : **DISTRITO:** TARAPOTO **PROVINCIA:** SAN MARTIN **REGION:** SAN MARTIN  
**SOLICITA** : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN **REVISADO POR**  
**MATERIAL** : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
**REALIZADO** : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES **ASESOR:** ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**CERTIFICADO:** 01

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	FECHA	Slump (pulg.)
1	20-jun-12	18-jul-12	28	12.930	176.00	83,242.00	473.00		99.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
2	20-jun-12	18-jul-12	28	12.954	175.00	83,125.00	475.00	474.00	99.00	99.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
3	20-jun-12	18-jul-12	28	12.820	177.00	84,956.10	480.00		100.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
4	20-jun-12	18-jul-12	28	12.854	175.00	84,870.50	485.00	482.50	101.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
5	20-jun-12	18-jul-12	28	12.925	178.00	86,325.40	485.00		101.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
6	20-jun-12	18-jul-12	28	12.916	177.00	85,485.20	483.00	484.00	101.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
7	21-jun-12	19-jul-12	28	12.834	176.00	85,881.10	488.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
8	21-jun-12	19-jul-12	28	12.819	175.00	85,750.60	490.00	489.00	102.00	102.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
9	21-jun-12	19-jul-12	28	12.754	177.00	84,427.00	477.00		99.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
10	21-jun-12	19-jul-12	28	12.710	178.00	85,440.30	480.00	478.50	100.00	100.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
11	21-jun-12	19-jul-12	28	12.720	177.00	86,736.10	490.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
12	21-jun-12	19-jul-12	28	12.682	179.00	87,175.00	487.00	488.50	101.00	102.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
13	22-jun-12	20-jul-12	28	13.194	175.00	86,618.30	495.00		103.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
14	22-jun-12	20-jul-12	28	13.135	176.00	86,765.00	493.00	494.00	103.00	103.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
15	22-jun-12	20-jul-12	28	13.115	177.00	86,737.60	490.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0
16	22-jun-12	20-jul-12	28	13.200	175.00	86,099.10	492.00	491.00	103.00	103.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON		3.0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

CERTIFICADO: 02

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Res.Prom. Kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm <sup>2</sup>	Descripción	Slump (pulg.)	FECHA
17	22-jun-12	20-jul-12	28	12.743	179.00	86,814.40	485.00		101.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
18	22-jun-12	20-jul-12	28	12.875	178.00	85,978.10	483.00	484.00	101.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
19	25-jun-12	23-jul-12	28	12.813	176.00	83,958.30	477.00		99.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
20	25-jun-12	23-jul-12	28	12.853	177.00	84,957.40	480.00	478.50	100.00	100.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
21	25-jun-12	23-jul-12	28	12.711	175.00	86,980.50	497.00		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
22	25-jun-12	23-jul-12	28	12.819	176.00	87,122.70	495.00	496.00	103.00	104.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
23	25-jun-12	23-jul-12	28	12.883	179.00	86,629.80	484.00		101.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
24	25-jun-12	23-jul-12	28	12.835	177.00	85,312.60	482.00	483.00	100.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
25	26-jun-12	24-jul-12	28	12.816	177.00	86,384.20	488.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
26	26-jun-12	24-jul-12	28	12.867	176.00	86,246.30	490.00	489.00	102.00	102.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
27	26-jun-12	24-jul-12	28	12.897	177.00	88,674.60	501.00		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
28	26-jun-12	24-jul-12	28	12.876	178.00	89,528.70	503.00	502.00	105.00	105.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
29	26-jun-12	24-jul-12	28	12.849	178.00	88,645.30	498.00		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	
30	26-jun-12	24-jul-12	28	12.872	176.00	88,357.10	502.00	500.00	105.00	105.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON	3.0	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

.....  
JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

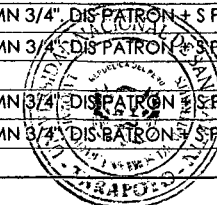
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2000@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

TESIS : "DISEÑO DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA  $F'c=480$  KG/CM<sup>2</sup>, USANDO AGREGADOS DEL RIO HUALLAGA PARA LA CIUDAD DE TARAPOTO"  
UBICACIÓN : DISTRITO: TARAPOTO PROVINCIA: SAN MARTIN REGION: SAN MARTIN  
SOLICITA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN REVISADO POR  
MATERIAL : AGREGADO TRITURADO DE RÍO. CANTERA HUALLAGA SECTOR SHAPAJA  
REALIZADO : BACH. ING. CIVIL MARIO GARCIA TORRES ASESOR: ING° EDUARDO PINCHI VASQUEZ

CERTIFICADO: 03

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

													FECHA
N° de Muestra	Fecha de Muestreo	Fecha de Ruptura	Edad (Días)	Peso (Kgs)	Area (Cm²)	Carga (Kgs)	Resistencia Kg/cm²	Res.Prom. Kg/cm²	Porcentaje Obtenido	Promed. (%)	F'c Diseño Kg/cm²	Descripción	Slump (pulg.)
1	27-jun-12	25-jul-12	28	12.719	177.00	89,036.70	503.00		105.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
2	27-jun-12	25-jul-12	28	12.823	176.00	88,710.50	504.00	503.50	105.00	105.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
3	27-jun-12	25-jul-12	28	12.736	177.00	88,854.10	502.00		105.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
4	27-jun-12	25-jul-12	28	12.784	176.00	88,528.10	503.00	502.50	105.00	105.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
5	27-jun-12	25-jul-12	28	12.756	175.00	85,401.60	488.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
6	27-jun-12	25-jul-12	28	12.859	176.00	85,536.10	486.00	487.00	101.00	102.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
7	28-jun-12	26-jul-12	28	12.913	175.00	84,868.50	485.00		101.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
8	28-jun-12	26-jul-12	28	12.853	176.00	85,716.10	487.00	486.00	101.00	101.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
9	28-jun-12	26-jul-12	28	12.782	176.00	86,234.80	490.00		102.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
10	28-jun-12	26-jul-12	28	12.893	177.00	87,264.40	493.00	491.50	103.00	103.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
11	28-jun-12	26-jul-12	28	12.819	177.00	89,385.70	505.00		105.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
12	28-jun-12	26-jul-12	28	12.911	176.00	89,405.30	508.00	506.50	106.00	106.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
13	02-jul-12	30-jul-12	28	12.784	177.00	88,148.50	498.00		104.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
14	02-jul-12	30-jul-12	28	12.726	175.00	86,801.00	496.00	497.00	103.00	104.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
15	02-jul-12	30-jul-12	28	12.695	176.00	89,054.10	506.00		105.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
16	02-jul-12	30-jul-12	28	12.715	175.00	89,074.80	509.00	507.50	106.00	106.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
17	02-jul-12	30-jul-12	28	12.738	177.00	90,263.60	510.00		106.00		480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0
18	02-jul-12	30-jul-12	28	12.863	176.00	90,287.20	513.00	511.50	107.00	107.00	480.00	TMN 3/4". DIS PATRON + S P + RHEO FINAL	3.0



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO  
JUAN HERMITANO BENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



## **ANEXO N° 09: PANEL FOTOGRAFICO**



Foto N° 01: Se aprecia el agregado grueso el cual está siendo seleccionado para su traslado al laboratorio.

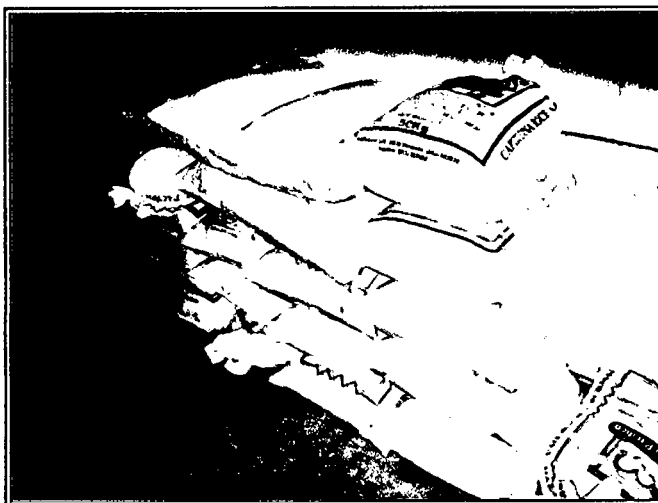


Foto N° 02: Acomodo del agregado (fino y grueso) en el Laboratorio para su respectivo ensayo.

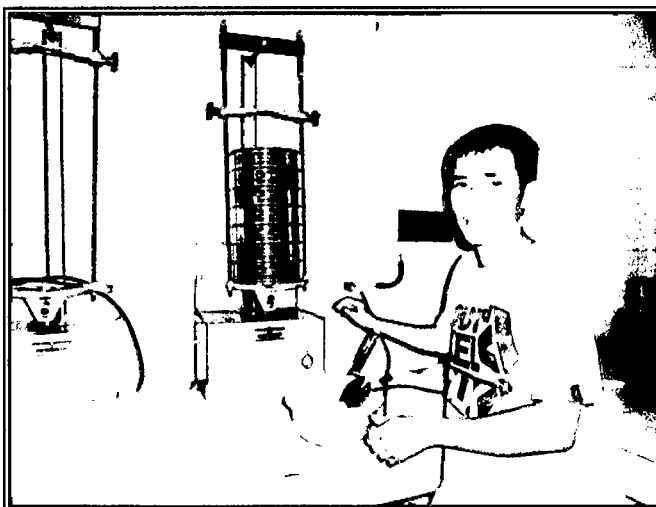


Foto N° 03: Realizando el análisis granulométrico del agregado fino en el tamizador.



Foto N° 04: Efectuando el ensayo para determinar el % que pasa la malla N° 200 del agregado fino.



Foto N° 05: Se observa el ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino para su evaluación correspondiente.



Foto N° 06: Se muestra el procedimiento del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Foto N° 07: Introducción de la muestra en el picnómetro para luego determinar el ensayo de peso específico y absorción.

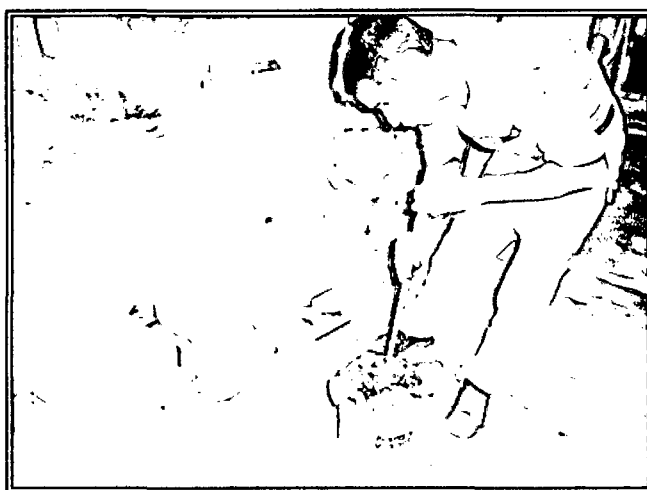


Foto N° 08: Observamos la compactación del agregado grueso con la barra compactadora para determinar el peso unitario.



Foto N° 09: Colocando la muestra en el interior de la canastilla metálica para determinar su peso específico y absorción.





Foto N° 10: Selección de todos los tamaños máximos nominales del agregado grueso, listos para el ensayo granulométrico.

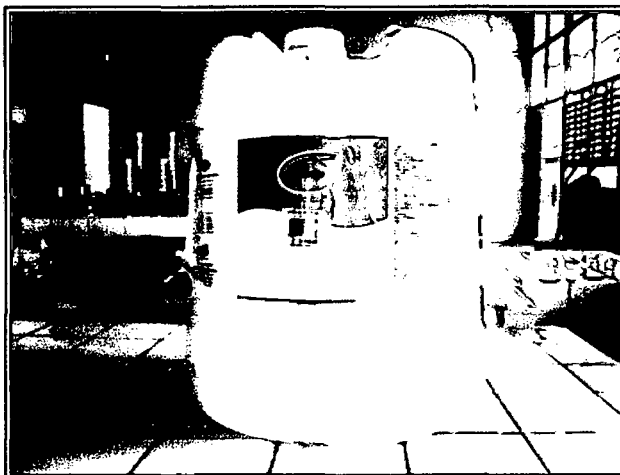


Foto N° 11: Aditivo Superplastificante que se utilizó para el diseño de mezcla en el laboratorio..



Foto N° 12: Moldes de plástico de 6"x 12" para la obtención de las probetas.

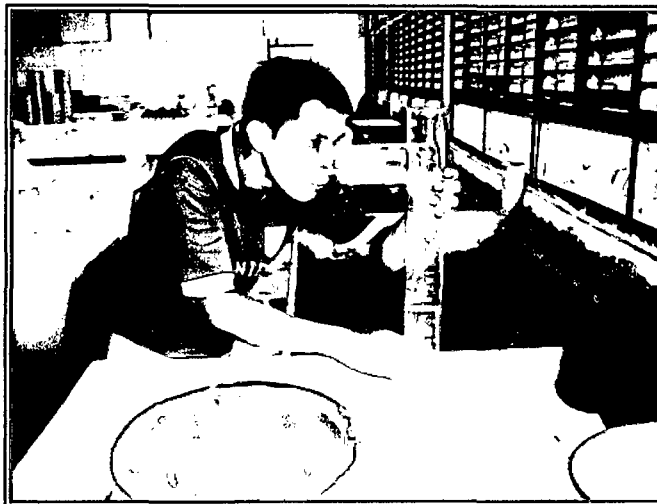


Foto N° 13: Calculando el volumen del agua en la probeta para el diseño de mezcla.

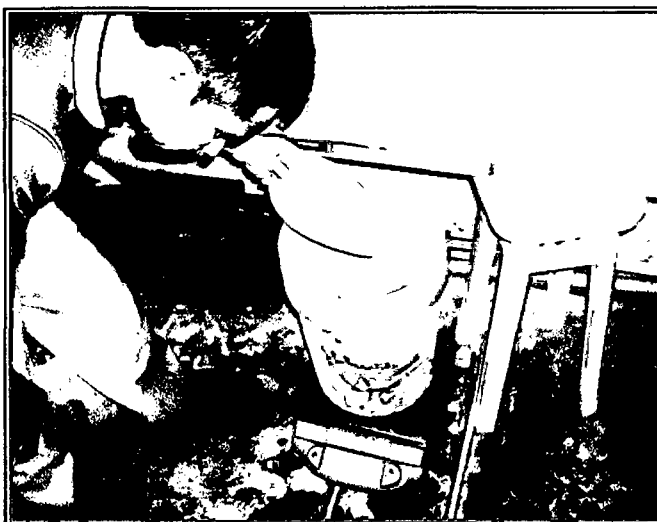


Foto N° 14: Se observa el pesado del volumen del agregado fino posteriormente para realizar el diseño de mezcla.

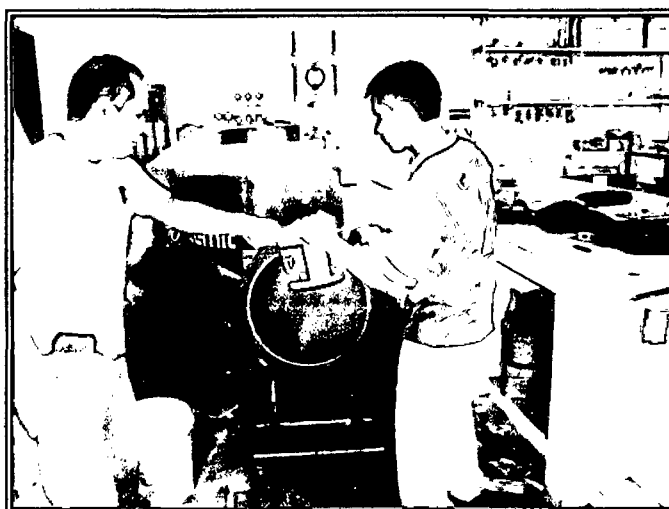


Foto N° 15: Se realiza el colocado del volumen de agua para el respectivo mezclado del concreto.

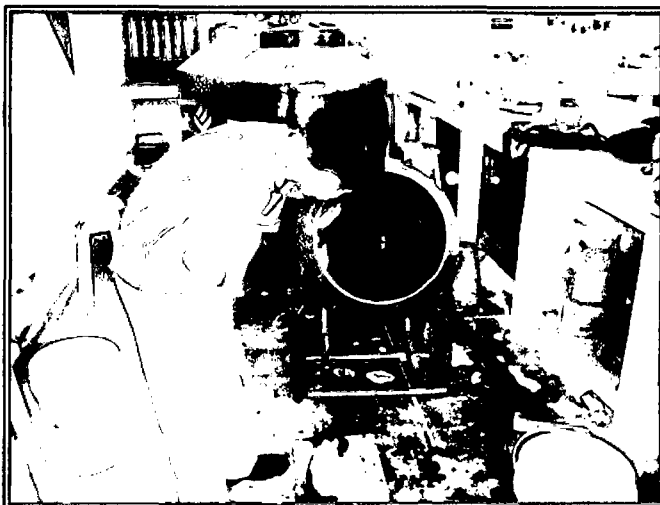


Foto N° 16: Se aprecia el mezclado de todos los componentes para la obtención del concreto en estado fresco.



Foto N° 17: Obtención del concreto en estado fresco para su posterior ensayo.



Foto N° 18: Realizando el ensayo de consistencia con el cono de abrams.



Foto N° 19: Evaluando la medición del asentamiento para determinar la consistencia de la mezcla.



Foto N° 20: Verificando que el asentamiento (slump) cumpla con los requisitos establecidos por la Norma. .



Foto N° 21: Realizando el compactado para la determinación del peso unitario de la mezcla del concreto en estado fresco.



Foto N° 22: Determinando el peso unitario de la mezcla del concreto en la balanza electrónica.



Foto N° 23: Llenado de los moldes cilíndricos para la elaboración de las probetas.



Foto N° 24: Compactación del concreto con la varilla para el acomodo uniforme de los componentes de la mezcla.



Foto N° 25: Se observa la compactación con el mazo de goma para eliminar el porcentaje de vacíos de la mezcla.



Foto N° 26: Se realiza el enrasado de los moldes que contienen la muestra de concreto en estado fresco .



Foto N° 27: Ambiente en donde los especímenes inician el tiempo de fraguado del concreto.



Foto N° 28: Se observa las muestras de concreto en estado endurecido después de la extracción de los moldes.

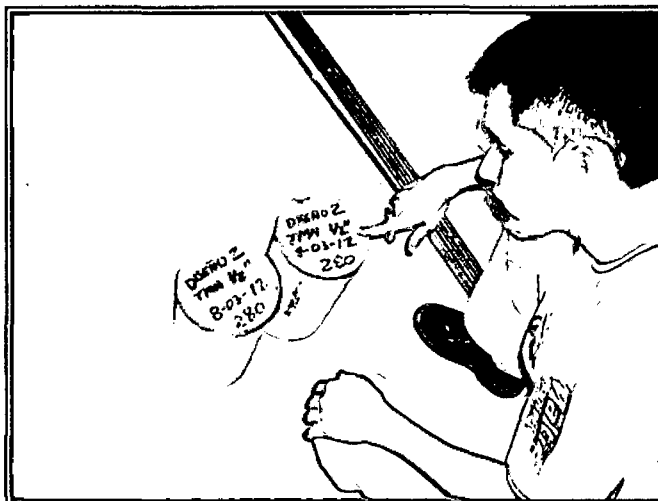


Foto N° 29: Verificando el estado después del proceso de fraguado y extracción de la muestra.

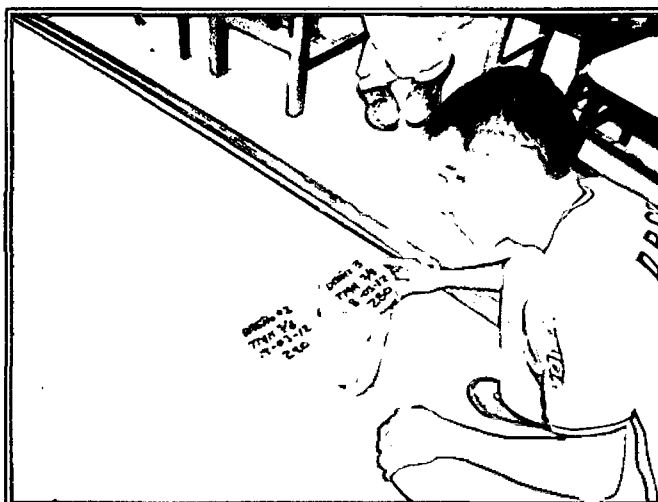


Foto N° 30: De igual modo se comprobó el estado de la muestra para el TMN de 3/8\".

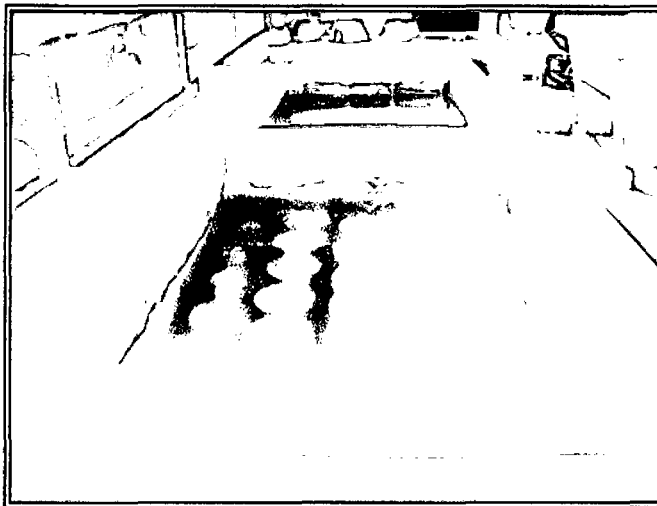


Foto N° 31: Después del proceso de fraguado de la muestra seguidamente se procede al curado de ésta en la poza.



Foto N° 32: Seleccionando las muestras para luego proceder al refrentado con el capping.



Foto N° 33: Preparación del capping, para ser utilizado en el refrentado de las probetas.



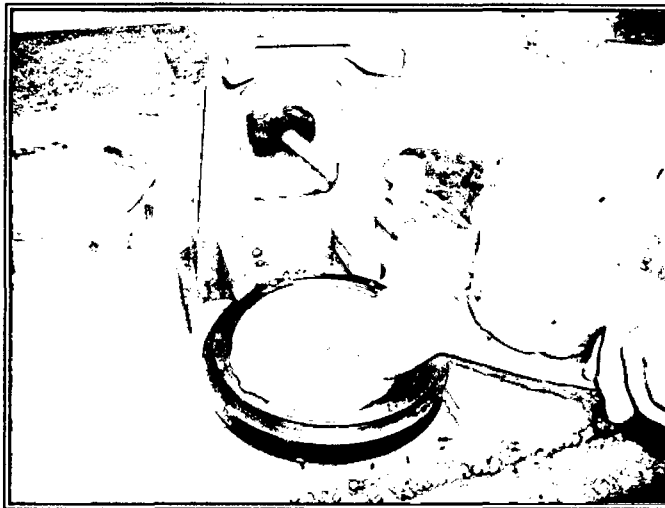


Foto N° 34: Llenado del capping en el refrentador para luego proceder a asentarse la muestra hasta endurecerse.



Foto N° 35: Se procede a extraer la muestra del refrentador con un mazo de goma para evitar el rompimiento del capping.



Foto N° 36: Muestras capeadas ya listas para el ensayo de resistencia a compresión.

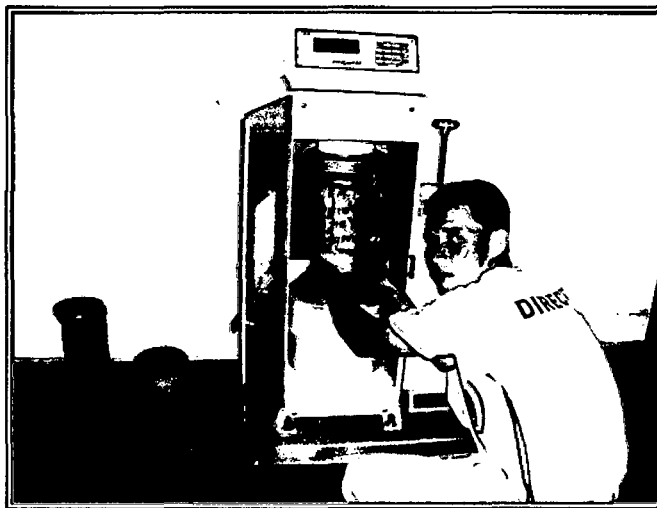


Foto N° 37: Colocación de la muestra en la prensa hidráulica para el ensayo de resistencia a compresión.

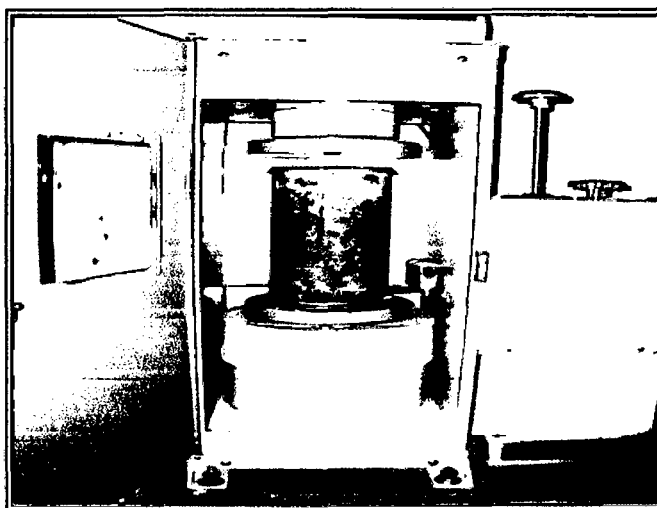


Foto N° 38: Muestra lista para realizar el ensayo de resistencia a compresión por la prensa hidráulica.

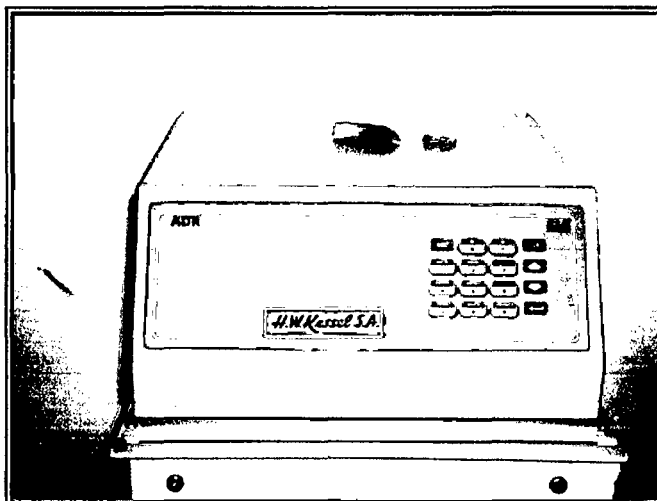


Foto N° 39: Lectura de la prensa hidráulica después de realizado el ensayo de resistencia a compresión de la muestra.



Foto N° 40: Se aprecia la muestra ya ensayado y el resultado de ésta por efecto de la presión por la prensa hidráulica.



Foto N° 41: Imagen de las muestras después de realizado el ensayo de resistencia a compresión.

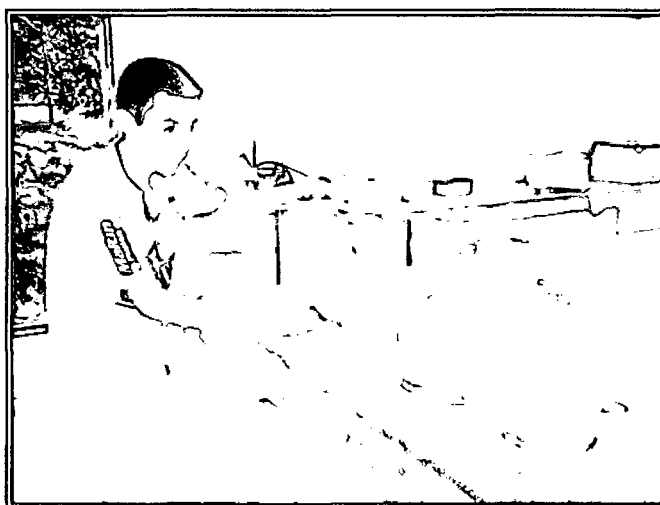


Foto N° 42: Verificando el tipo de rotura en las muestras después del ensayo de resistencia a compresión.